global connectivity index

商标声明
HUAWEI，HUAWEI，是华为技术有限公司商标或者注册商标，在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其它商标，产品名称，服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

免责声明
本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺，华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

版权所有 © 华为技术有限公司 2020。保留一切权利。
非经华为技术有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

HUAWEI

智能联接，
共塑新常态

全球联接指数 2020 量化数字经济进程

global connectivity index

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

09
起步者加速
缩小数字鸿沟

16
领跑者国家的企业
更有意愿保留 IT 预算

37
行业数字化转型助力
国家发展“高水平”的
生产力

目录

序言 01

执行概要 03
各国积极修复经济，迈入发展新常态

国家排名 09
各国持续攀升数字化转型的阶梯

经济与技术影响 16
构建面向未来的经济发展韧性

行业影响 37
行业数字化转型助力国家发展“高水平”生产力

建议 52

附录 54

序言

新冠疫情席卷全球，世界运转在“线上”，数字基础设施成为备受考验的关键一环。

我们看到，数字基础设施较发达的国家能够更好地应对新冠疫情，推动经济复苏，并构建面向未来的韧性。

2020 全球来看，尽管数字化转型速度有所加快，但各国的**数字基础设施和 ICT 投资仍然出现了疲软状态**。这决定了并非所有国家都能以同样的速度进行数字化转型。

自 2015 年来，GCI 追踪了 79 个国家在数字基础设施和能力发展方面的进展。今年，我们对 GCI 三类国家（起步者、加速者、领跑者）的研究显示，GCI 得分较高的国家削减 ICT 预算的可能性相比 GCI 得分较低的国家要低 3.5 倍，并且这类国家由于基础设施相对成熟，数字化准备程度更高，因此受疫情的影响也更小。在高速宽带网络和云服务等强大数字基础设施的支持下，领跑国家的民众和企业能够更快地适应远程办公、学习、商业和服务。即便是疫情前，投资数字基础设施和能力的国家也在加速发展数字经济，因此 GDP 增速更快。

完全从疫情中复苏需要做好两件事。第一，从封锁和边境关闭的状态恢复过来，并利用以高速宽带网络和云服务为基础的通信和协作工具重启贸易、学习和工作。第二，各国需要恢复疫情前的生产力水平，并进一步超越疫情前的水平。

要实现这些目标，我们需要具备一系列数字化能力。例如，我们可以利用 5G 支撑的 AR/VR 技术让线上学习的效率和线下学习一样高，甚至更高。我们可以利用 AI 和物联网技术提高工作效率，利用 AI 和机器人技术改善医疗服务。我们还可以通过 5G 网络和边缘计算，为社区提供沉浸式互动和娱乐体验。

具有前瞻性思维的政策制定者和行业领袖应聚焦建设关键行业的数字化能力，并将数字化议程置于社会经济复苏计划的首位。

本研究以全球经济五大行业为例，识别出其生产力发展的五个阶段。政策制定者和行业领袖需要关注本国该行业的生产力发展处于哪一阶段。我们对比了不同国家在制造业和农业两个领域的生产力表现，发现 GCI 数字化水平指标得分高的国家，人均生产率或效率要比其他国家高出许多倍。为了加快推动经济复苏至疫情前的水平，政策制定者和行业领袖需要考虑如何将其各行业的生产力提升到更高的阶段。

各国应参考 GCI 研究提供的数字基础设施准备度，制定 ICT 战略和总体规划，促进关键行业的数字化转型，加速经济复苏，并构建面向未来的韧性。

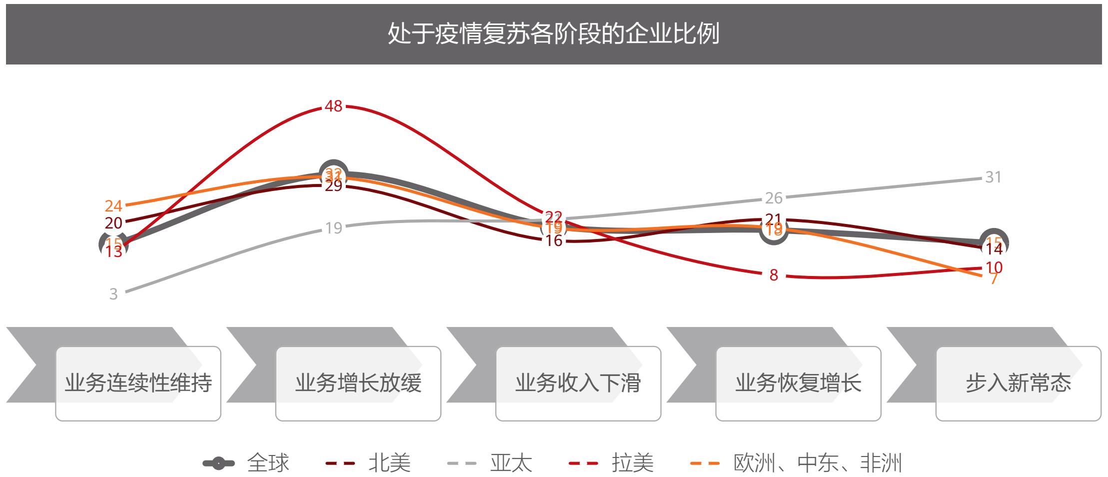
执行概要

各国积极修复经济，迈入发展新常态

2020 年之初，没有人会料想世界会在几个月内发生如此巨大的变化。如今，各国都在努力从疫情中复苏，我们正迈入一种新常态，即社会、政府和各行各业要适应一种新的生活和运作方式。展望未来，这一新常态或许将更有利于国家的运转，和竞争力和韧性的构建。各国的复苏通常会经历如下几个阶段：

1. **业务连续性维持：**在第一阶段，企业聚焦危机应对和业务连续性。截至 2020 年 9 月，全球主要行业中约 15% 的企业处于这一阶段，并且其中很多企业开始转向成本优化阶段。
2. **业务增长放缓：**随着收入增长放缓，企业为了稳定发展而进入成本优化阶段。有超过四分之一的全球企业正经历这一阶段。
3. **业务收入下滑：**收入预计将长期下滑，各企业将重点放在构建业务韧性和推动未来复苏上。另有四分之一的全球企业处于这一阶段，并正在为复苏和新常态做准备。
4. **业务恢复增长：**随着收入增长，企业通过加强投资来提高竞争力。亚太地区的大多数企业都处于这一阶段和下一阶段。
5. **步入新常态：**随着企业稳步过渡到新常态，其运作方式将更加数字化。

不同区域的企业处于业务复苏的不同阶段



世界各国正在适应这一新常态，但速度有所不同。

有些国家较快，而有些国家则较慢。亚太地区的复苏速度较快，30% 的企业已进入新常态，26% 的企业正在恢复增长。其次是北美。拉美地区，处于经济放缓阶段的企业比例最高，其次是欧洲、中东和非洲。

一国的复苏模式受到多种因素的综合影响，如抗疫效果、政治稳定性、风险环境、供应链物流和数字成熟度等。这些因素和其他因素结合起来，决定了一个国家总体的危机韧性和经济复苏模式。与典型的 V 型、U 型、W 型和 L 型衰退和复苏模式不同，新冠疫情催生了一种 K 型复苏模式。在这一模式下，各行业的复苏速度有所不同。各国应竭力避免这一模式，防止出现某些行业的发展停滞。

从这个层面上讲，ICT 是推动复苏进程的关键因素，也是决定经济复苏快慢的关键，对于政府刺激方案可能无法覆盖的行业或领域尤为如此。技术有助于企业维持业务连续性。通过技术，企业不仅可以维持生产力，甚至还可以通过一系列手段拓展现有业务，如保护现有业务免受进一步冲击，引入电子商务，推动流程自动化等。新冠疫情凸显了各国数字化转型的迫切性。各国可在现有数字基础设施的基础上进一步加大 ICT 基础设施的发展，避免出现 K 型复苏，推动更均衡、更强劲的未来增长模式。

作为疫情复苏的关键，ICT 有助于推动业务扩展（例如，通过发展电子商务和创造新市场）和提高生产力（例如，通过实现自动化和提高人均生产力）。新冠疫情使得数字化转型几乎成为所有国家的当务之急。新常态将具备如下特点：

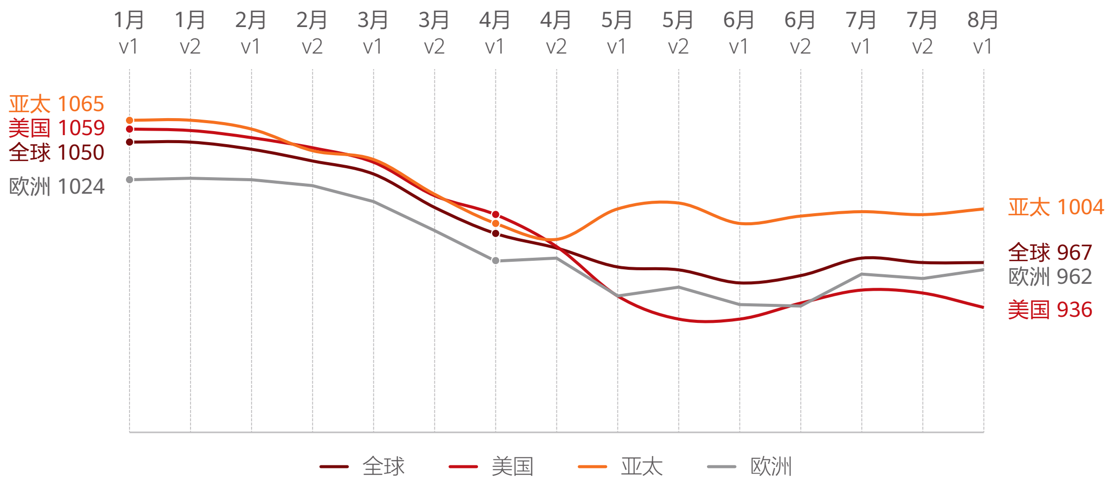
- **大带宽：**远程办公和教育将更加依赖于高速网络。
- **云计算：**以较低成本实现业务流程的自动化，为信息和服务的存储、处理和交付提供可扩展的基础设施。
- **AI：**通过智能机器人等解决方案，助力决策和流程的自动化。
- **物联网设备：**实现流程和服务的自动化，增强供应链韧性。
- AI、物联网等降低电信网络和数据中心总成本和运营成本的技术，可持续能源、能源数字化和制冷的解决方案等：这些措施可以（a）提高供应侧技术部署的可行性，推动网络建设；(b）减少 ICT 行业的碳足迹。

这些是推动复苏的关键 ICT 要素。很多政府已经制定计划，将它们融入到本国发展中。

IDC 新冠疫情技术指标

IDC：新冠疫情技术指标，2020 年 8 月 13 日

美国、欧洲和亚太

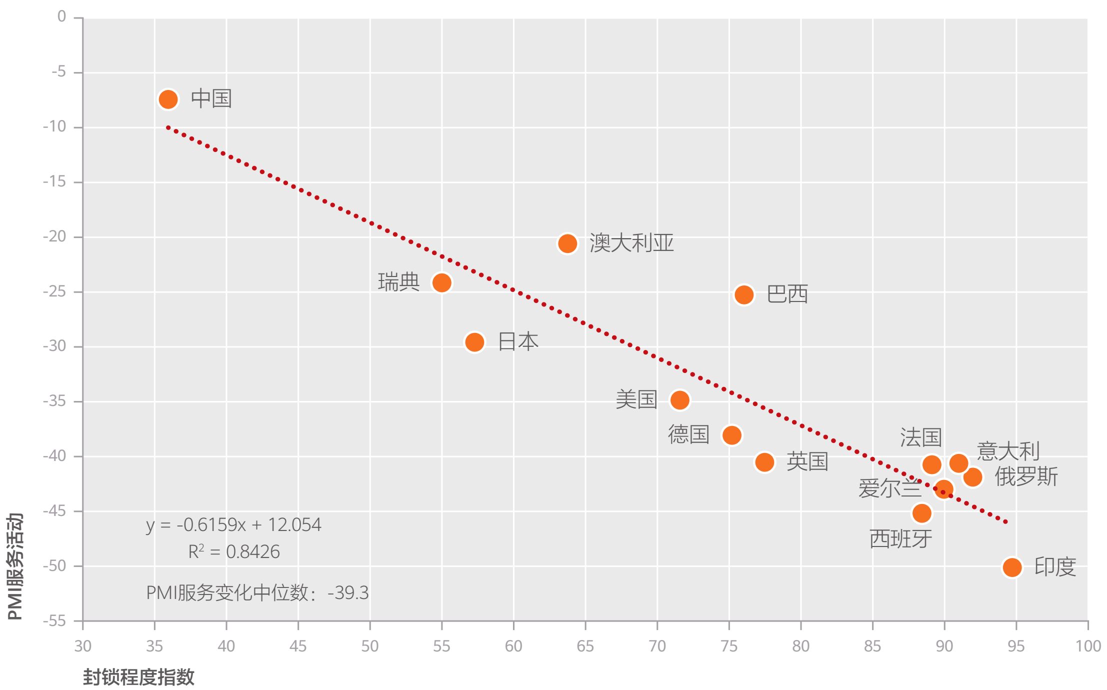


对全球 1,000 多家企业的调查[1] 表明，企业的 IT 投资意愿已开始恢复，亚太地区尤为明显。

复苏速度更快的国家可以更早地恢复运转，因此竞争力更强。牛津大学和 EFG 资产管理公司[2]提供的下图显示，封锁措施导致服务活动有所减少。但随着疫情的好转，封锁措施将有所放松，经济活动将会恢复。

全球联接指数 2020（GCI 2020）对各国利用 ICT 技术加速经济复苏的情况进行了评估，并识别出各国还可以采取哪些措施。

PMI（采购经理指数）服务活动与新冠疫情封锁力度指标



GCI 2020 关键发现

起步者加速缩小数字鸿沟，得益于宽带覆盖率与可支付能力的提升。

起步者正在积极追赶，过去五年的数字化增速高于加速者和领跑者，这得益于起步者国家对于宽带的部署更为重视，移动宽带普及率提升 2.5 倍以上，其支付能力（移动宽带成本 / 人均国民收入）提升了 25%。网络普及率的提高带来了新的经济发展机遇，电商支出自 2014 年以来几乎翻番，2019 年的人均电商支出已超过 2,000 美元。

部分起步者正在迈入更高水平的国家行列，其 GCI 得分增长了 17%，GDP 增长要比其他同类快 22%，越南和秘鲁在 2020 年已步入加速国家的行列。

ICT 成熟度较高的国家可以通过数字化转型更快地应对疫情，从而将人均 GDP 所受的负面影响降低 50%。

在 GCI 得分较高的国家，企业能够利用数字化工具和服务更快地应对新冠疫情，以减轻封锁和保持社交距离带来的影响。在高速宽带、云服务、AI、物联网等解决方案的支持下，这些企业可以快速启用分布式人力模型，向电商平台迁移，推动数字化运营，并维持业务的连续性。这些国家的人均 GDP 下降速度预计要比 GCI 得分较低的国家低 50% 左右。

与非 IT 预算相比，数字基础设施成熟度更高的国家，其企业更倾向保留 IT 预算；即便疫情影响企业的投资，但维持 IT 支出依然是领跑者国家企业的共识。

研究显示，不同国家的企业在 IT 投入的意愿也有差异，总体而言，与非 IT 预算相比，领跑者与加速国家的企业，更倾向保留 IT 预算；此外，受疫情影响，尽管多数企业预计会因业务下滑而削减 IT 预算，但领跑者国家的企业削减 IT 预算的比例要比其他类别国家低 2.5 至 3.5 倍。这也意味着，数字基础设施成熟度更高的国家在向高水平生产力模式转型时，能够更快地实现复苏，最大程度地规避影响。

各行各业的数字化转型将助力国家发展“高水平”的生产力，推动经济复苏，提高未来竞争力。

为弥补因疫情造成的生产力损失，各国要聚焦提升农业、能源、矿业、制造业、服务业和研究等重要经济行业和领域的生产力。如果企业能够利用 ICT 技术提高生产力，那么其所在国家的人均附加值或每小时附加值通常会更高。

基于数字基础设施成熟度的不同，各行业的数字化转型会经历五个阶段，分别是：任务效率、功能效率、系统效率、组织效率与敏捷、生态系统效率与韧性。

随着 GCI 得分的提升，各国将基于高速网络使能的用例获取计算和存储能力，落地 AI 和物联网解决方案，并向更高阶的运营模式演进。各国可以从以人工为主的模式向基于计算机的模式演进，并最终向综合智能模式演进。

国家排名

各国持续攀升数字化转型的阶梯

GCI 2020 通过分析 ICT 基础设施投资与经济增长的关系，为政策制定者合理决策提供了所需的趋势洞察和其它信息，其所采用的研究方法在拓展之后能够更好地反映 5G 的兴起，并能更好地解释我们对于经济发展使能技术的预测。

随着政策制定者通过推动数字化转型助力本国疫情复苏，并构建更强的竞争力，GCI 2020 揭示的 5G 和 AI 对 GDP 增长的影响将为政策制定者提供重要输入。

GCI 2020 分析了 79 个国家的数字化发展历程，对每个国家进行了打分，并基于各国的得分情况绘制了一条 S 型曲线。S 型曲线上的国家根据其 ICT 投资、成熟度和经济发展水平可分为三类——起步者、加速者和领跑者。

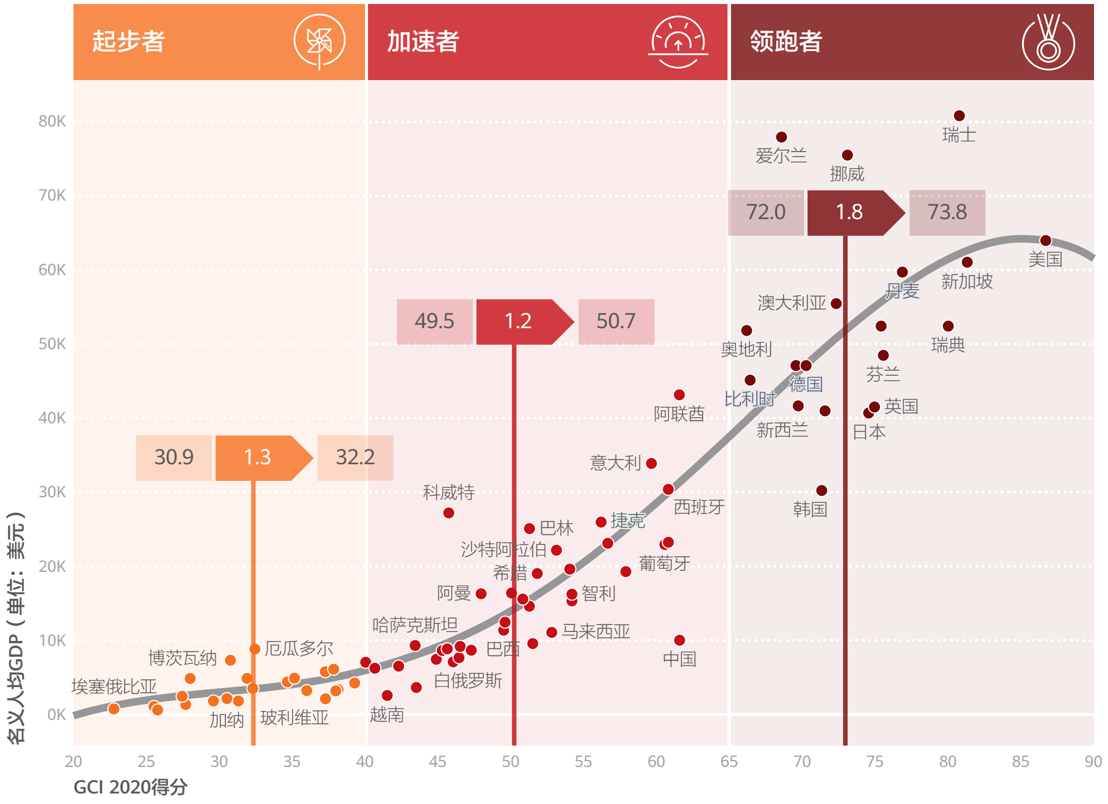
GCI 国家分类

	领跑者	加速者	起步者
GCI 得分区间	65-89	40-64	23-39
人均 GDP（2019 年，美元）	56,400	15,600	3,600
特征	领跑者主要是关注提升用户体验的发达国家。这些国家聚焦于投资 5G、大数据、AI、物联网技术，以发展智能化水平更高、创新能力更强的经济体。	由于ICT基础设施投资，加速者的 GDP 增速最快。这些国家聚焦提升高速联接和云服务的需求，以促进行业数字化转型和经济增长。	起步者则处于 ICT 基础设施建设的早期阶段。这些国家聚焦扩大网络联接覆盖范围，让更多人融入数字经济。

领跑者远远领先于其他国家，其得分比加速者高出了 4.6 分。随着领跑者的加速发展，这一差距将会进一步扩大。领跑者的平均得分上升了 1.8 分，达到 73.8 分，而加速者的平均得分只上升了 1.2 分，达到 50.7 分。加速者需要通过加强 ICT 的投资和应用来大幅提升 GCI 得分，以跨越发展的鸿沟。阿联酋、中国和西班牙位于加速国家前列。虽然这三个国家与领跑国家的差距还比较大，但它们已经明显超越其他加速国家。

GCI 2020 VS GCI 2019：三类国家的进步表现

GCI 2020 VS 人均 GDP_S 型曲线



领先的起步国家开始步入加速国家行列，其增长速度比加速国家还要快。起步国家的得分增长了 1.3 分，达到 32.3 分，印尼、菲律宾和摩洛哥位于起步国家的领先位置。它们已超越其他起步国家，并且在向加速国家靠近，差距只有 0.7 分。这些起步国家表现抢眼，GCI 得分增长了 17%，GDP 增长也比其他同类国家快 22%。越南和秘鲁等起步国家在 2020 年已步入加速国家的行列。

GCI 2020 国家排名

领跑者

排名	国家
1	美国
2	新加坡
3	瑞士
4	瑞典
5	丹麦
6	芬兰
7	荷兰
8	英国
9	日本
10	挪威
11	澳大利亚
12	新西兰
13	韩国
14	卢森堡
15	德国
16	法国
17	加拿大
18	爱尔兰
19	比利时
20	奥地利

加速者

排名	国家	排名	国家
21	阿联酋	40	乌拉圭
22	中国	41	罗马尼亚
23	西班牙	42	俄罗斯
24	爱沙尼亚	43	阿曼
25	葡萄牙	44	巴西
26	意大利	45	哈萨克斯坦
27	立陶宛	46	泰国
28	捷克共和国	47	白俄罗斯
29	斯洛文尼亚	48	科威特
30	智利	49	土耳其
31	匈牙利	50	阿根廷
32	斯洛伐克	51	塞尔维亚
33	沙特阿拉伯	52	乌克兰
34	马来西亚	53	墨西哥
35	希腊	54	哥伦比亚
36	保加利亚	55	越南
37	巴林	56	南非
38	克罗地亚	57	秘鲁
39	波兰		

起步者

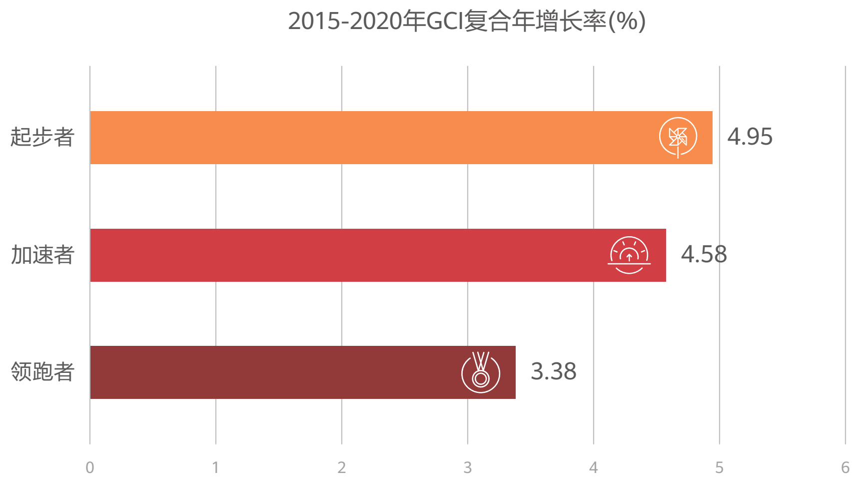
排名	国家
58	印度尼西亚
59	菲律宾
60	摩洛哥
61	厄瓜多尔
62	巴拉圭
63	印度
64	埃及
65	委内瑞拉
66	约旦
67	黎巴嫩
68	玻利维亚
69	阿尔及利亚
70	肯尼亚
71	博茨瓦纳
72	加纳
73	孟加拉国
74	纳米比亚
75	巴基斯坦
76	尼日利亚
77	乌干达
78	坦桑尼亚
79	埃塞俄比亚

加速者加速缩小数字鸿沟，得益于移动宽带覆盖率和可支付能力的提升。

起步者正在积极追赶加速者和领跑者。这三类国家的平均分自 2015 年以来均有所提升，其中起步者的复合年均增长率（CAGR）最高，加速者次之，领跑者最低。起步者的宽带指标得分比其它两类国家的提升都要快。过去五年，起步者的移动宽带普及率提升了 2.5 倍以上，其中几个起步国家的宽带覆盖率已经接近 100%。起步国家的 4G 用户平均占比也从 1% 提升到 2019 年的 19%。部分起步国家的 4G 高速网络已覆盖总人口的 30% 以上，移动宽带支付能力（移动宽带成本 / 人均国民收入）也提升了 25%。网络普及率的提高带来了新的经济发展机遇，电商支出自 2014 年以来几乎翻番，2019 年的人均电商支出已超过 2,000 美元。

部分起步者正在迈入更高水平的国家行列，其 GCI 得分增长了 17%，GDP 增长要比其他同类快 22%，越南和秘鲁在 2020 年已步入加速国家的行列。

三类国家的数字化增速差异：起步者的增速明显



相较 2019 年进步较大的国家

荷兰

2019 年，荷兰政府发布了两项新的 ICT 计划，旨在提升数字化的普及率。这两项计划分别是《荷兰数字化战略》和《数字政府议程：NL DIGIbetter》。2016 年，荷兰率先在全国实现长距离广域（LoRa）物联网覆盖。到 2019 年，荷兰的物联网终端已经超过 3 亿台。2018 年，荷兰发布《国家人工智能战略》，2019 年又发布《人工智能计划》。此外，2018 年，荷兰还推出了推动经济转型的《荷兰数字化战略》。这些举措都推动了荷兰在 AI 和物联网领域的进步，进而提升了荷兰在 GCI 曲线上的排名。

哈萨克斯坦

作为中亚最大的国家，石油和天然气储量巨大的哈萨克斯坦拥有该区域最先进的电信行业。政府正在建设光纤线路和 4G LTE 网络，计划在 2018–2021 年期间为农村地区提供联接服务。目前，已有 117 个城市和 3,324 个农村地区接入宽带互联网服务。政府的目标是到 2022 年底为 97% 的农村地区提供宽带互联网接入。该国已于 2019 年启动 5G 试点，计划于 2021 年推出 5G 网络。哈萨克政府还将参与由国际电信联盟（ITU）和联合国儿童基金会（UNICEF）牵头的 GIGA 全球倡议，共同将网络带到每一所学校。

沙特阿拉伯

在“沙特 2030 愿景”目标的牵引下，沙特政府致力于将沙特打造成一个数字社会、构建数字政府、大力发展数字经济和创新驱动的未来。2019 至 2023 年，沙特的 ICT 战略目标是改善电信市场，推动产生更多本地化数字内容，培育充满活力的 ICT 生态系统和新兴技术集群。沙特的 4G 覆盖率达到 72%，光纤覆盖率达到 58%，平均下载速率达到 45 Mbps。每年，沙特将约 2% 的 GDP 投入在 ICT 上。虽然相对缓慢，但沙特正在坚定地朝着多元化经济转型，减少对石油和天然气的重度依赖。其服务业目前已占到 GDP 的四分之一左右。

泰国

泰国《信息通讯技术政策框架（2001–2010）》的成果已经显现。截至 2019 年，4G 已经覆盖了泰国 78% 的人口，移动宽带连接率达到 132%。虽然电脑普及率只有 16%，但智能手机的普及率已达到 92%。泰国云计算的应用率在过去 3 年翻了 3 倍，而“泰国 4.0”计划仍在进一步推动数字化转型。

经济与技术影响

构建面向未来的经济发展韧性

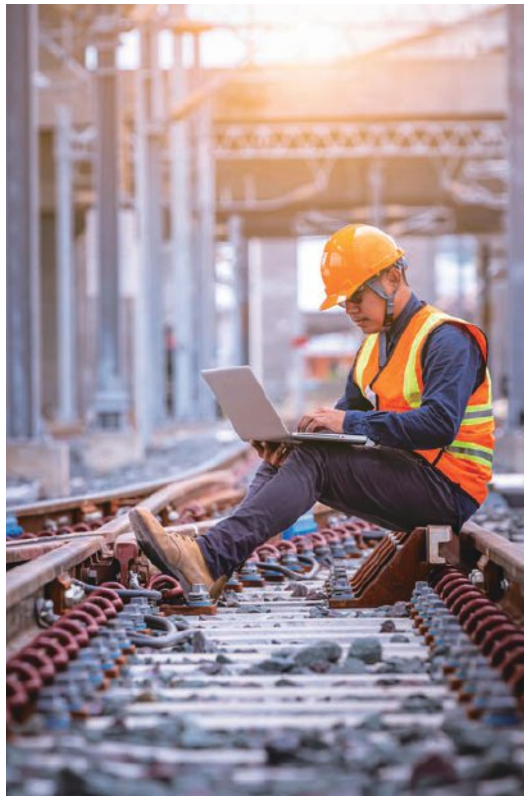
gci global connectivity index

经济与技术影响

构建面向未来的经济发展韧性

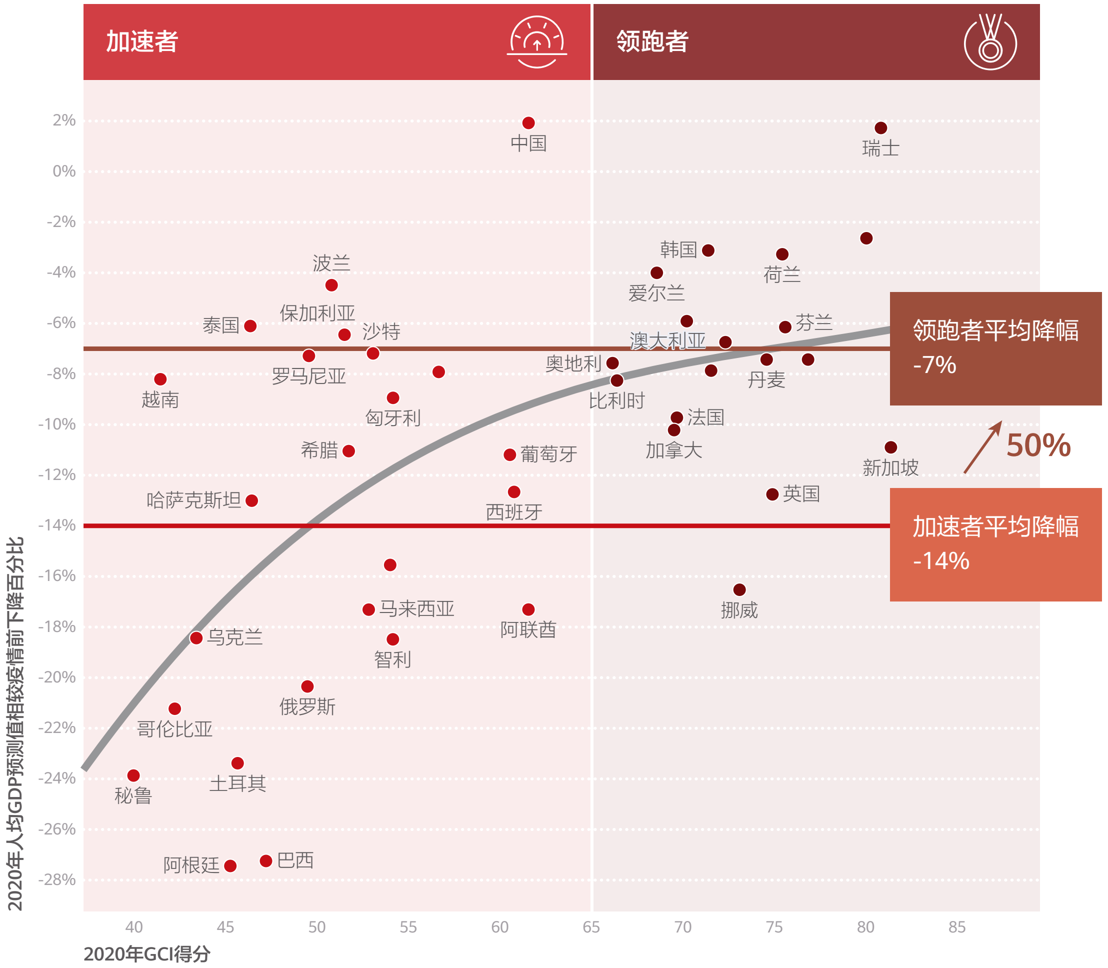
GCI 2020 分析了各国在抗疫和复苏经济方面的 ICT 成熟度

如何在封锁和社交距离等措施下维持企业运转是所有国家都面临的难题。新冠疫情充分凸显了数字化转型的重要性。分析表明，GCI 成熟度不同的国家受疫情的影响程度也不同。GCI 得分较高的国家预计人均 GDP 受到的影响相对较低，因此，受疫情的影响也相对较小。通过对比各国在疫情前的人均 GDP 预测数据和疫情后下调的预测数据，我们发现，GCI 得分较高的国家 GDP 预测值下降幅度也较小。从平均水平来看，领跑国家预计将下降约 7%，而加速国家预计将下降约 14%。尽管影响经济衰退的因素有很多，ICT 技术无疑成为了疫情期间维持业务连续性的关键使能因素。GCI 成熟度越高的国家，其企业的 ICT 成熟度也越高，因此能够更早更快地复工复产，平滑切换至远程办公模式。总体而言，领跑者的 ICT 成熟度更高，相比加速者，能够规避 50% 的疫情影响。



ICT 成熟度与疫情前后的 GDP 变化分析

2020年各国GCI得分与人均GDP下降幅度之间的关系



来源：GCI 2020 和 EIU经济预测（截止2020年11月）

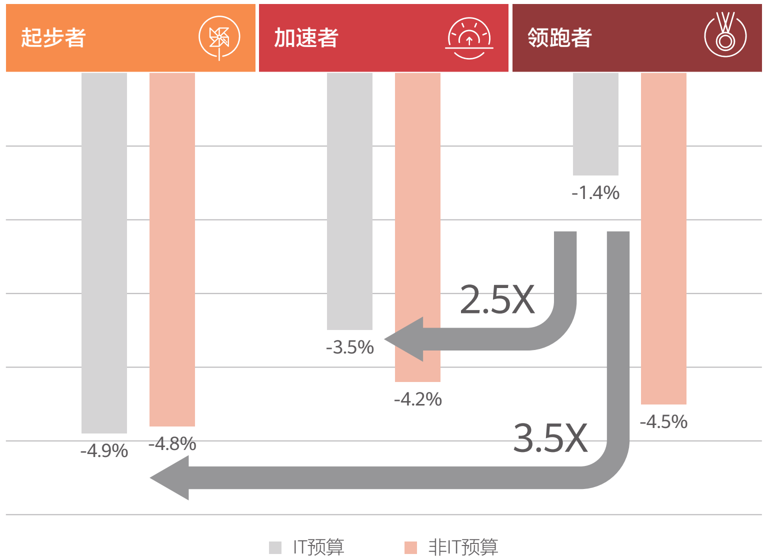
领跑国家宽带和云普及率较高，这些国家的企业业务连续性能力更强，即使在封锁期间也能维持运作。在这一类国家，AI 和物联网方案不仅能帮助企业更有效地运作，还能帮助医疗机构识别和预测新的感染集群，并及时采取行动。

与非 IT 预算相比，数字基础设施成熟度更高的国家，其企业更倾向保留 IT 预算；即便疫情影响企业的投资，但维持 IT 支出依然是领跑者国家企业的共识。

研究显示，不同国家的企业在 IT 投入的意愿也有差异，总体而言，与非 IT 预算相比，领跑者与加速国家的企业，更倾向保留 IT 预算；此外，受疫情影响，尽管多数企业预计会因业务下滑而削减 IT 预算，但领跑者国家的企业削减 IT 预算的比例要比其他类别国家低 2.5 至 3.5 倍。这也意味着，数字基础设施成熟度更高的国家在向高水平生产力模式转型时，能够更快地实现复苏，最大程度地规避影响。

不同类别国家 2020 年 IT 预算下降百分比

GCI成熟度越高的国家维持IT支出、拉动生产力增长的能力越强

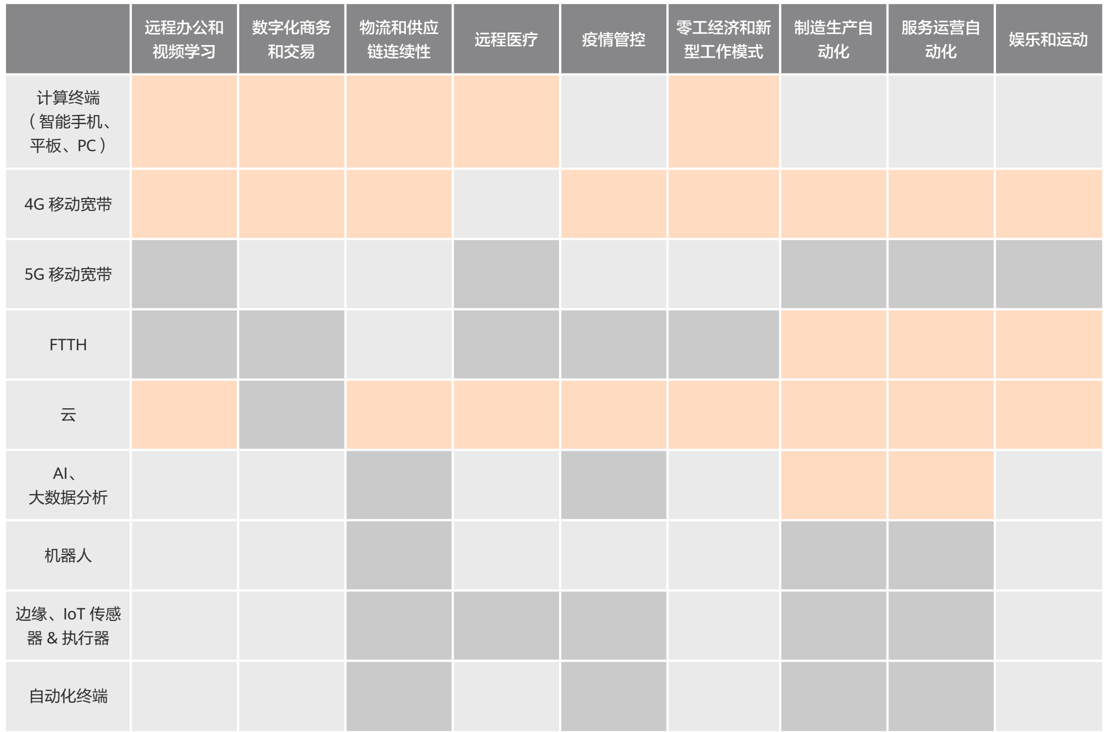


来源：GCI和IDC 2020年疫情影响调研

下表显示了社会经济活动的关键使能技术如何刺激经济复苏，并向下一阶段经济增长过渡。

新常态下，技术应用创造新价值

促进社会经济活动恢复的关键使能技术



必选技术　面向提升新生产力的技术

有能力建设和使用 5G 基础设施的国家已从中受益

为防止新冠疫情蔓延，很多国家实施了封锁措施，将健康和安全视为首要任务。包括医疗、政务、银行和供应链在内的各类服务通过数字渠道，得以快速响应，服务超过 10 亿人。这一转变几乎就发生在一瞬间，大家立刻就适应了，很多生命也得以挽救。

由于速度快、时延低和容量大等特性，5G 对于支撑业务韧性和总体复苏的重要性显得尤为关键。疫情消退以后，5G 手机的作用可能没有那么大。但 5G 手机的一些功能是大规模部署 5G 网络及应用的关键起点，包括 5G 手机承载的宽带联接、增强现实和虚拟现实应用以及高清内容直播（包括娱乐类和服务类直播）等。

日本公司大力投资 450 多亿美元部署 5G，旨在普及 5G 覆盖，为 2020 年夏季奥运会做好准备。尽管奥运会因疫情推迟了，但日本仍打算按原计划推进 5G 部署。日本奥运会计划于 2021 年恢复举行，但无论疫情后的世界将会发生什么，光纤网络和 5G 蜂窝基础设施都必须投资到位。就奥运会而言，2018 年的韩国冬奥会已经展示了 5G 用例在提供增强型体验（包括多视角、统计、游泳和马拉松等项目沉浸式体验），扩大奥运会受众范围方面的优势。同样，2018 年昆士兰英联邦运动会也采用了高清流媒体，结合 5G 手机，为观众提供增强型现场和远程体验。

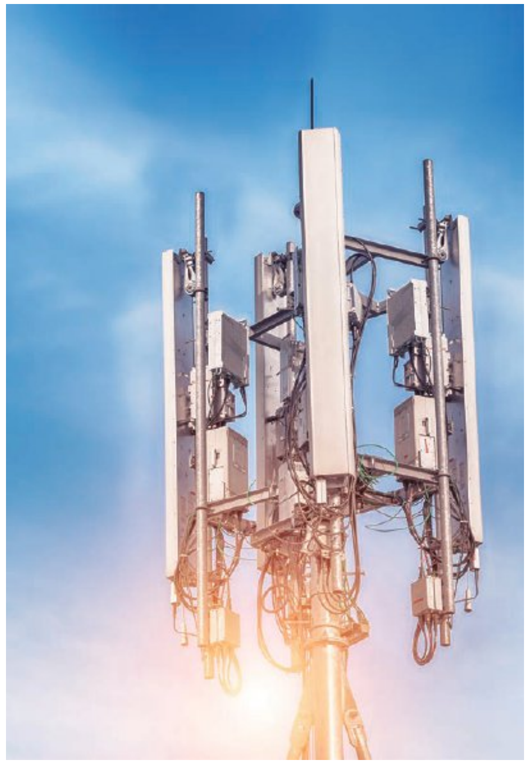
如今，受疫情影响的所有国家都面临同样的机会。远程办公和远程学习的趋势不太可能被逆转。随着各国封锁和隔离政策的出台，人们不得不转向居家办公，使用大量数据，其中很多是学习、视频会议和协作相关的关键数据。一场一小时的网络研讨会标清直播需要传输 700 MB 的数据，高清直播需要传输的数据则更多。很多远程工作人士称，视频质量低下大大影响了远程工作的实际互动体验。自疫情暴发以来，尽管网络的下行速率下降了 8%，西班牙的平均带宽使用率仍增长了 40%。在全球向远程办公模式这一新常态转型的过程中，远程办公、远程学习、智能家居、内容直播等用例也会不断增多，而数据传输量也会随之增加。

AR/VR 将会是视频联接的下一步演进方向。AR 和 VR 可以广泛应用于娱乐、工业和教育等领域。由于 4G LTE 网络无法满足相应的带宽（4K/ 基础 3D AR/VR 最低达到 50 Mbps；8K/ 沉浸式 3D AR/VR 至少达到 100 Mbps）和时延（20 ms 以下）要求，AR/VR 的发展目前仍受到限制。4G 网络最多只能支持 1080p（约 2K）的 AR/VR 应用，能支持的应用有限。得益于 AR/VR 解决方案，远程服务和引导服务等应用已经得到增强。

例如，医疗领域的 Aris MD 公司采用医学数字影像和通讯（DICOM[3]）标准，基于诊断影像生成三维可视化的患者解剖图，并将其显示在患者身上，以便外科医生可以看到患者的内在人体构造。这种方案有助于帮助外科医生减少由于个体解剖学差异造成的失误，提高手术效率。除了将患者的解剖学特征可视化外，Aris MD 还通过自动分割技术将医学图像分割成单独的器官和部分，无需放射科医生手动标记图像，也无需使用 3D 建模技术。高速、低时延的网络对在运行环境中实现无干扰的 4K 高分辨率视频很关键。疫情期间，远程医疗服务在患者诊断和治疗中的使用激增。医生和患者在安全环境中进行实时视频交流，大大减少了面对面交流的风险，加快诊疗速度。

在制造领域，工厂可以利用 5G 来为物联网解决方案加码，打造智能工厂，从而提高生产力和投资回报率。到 2024 年底，分销与服务、制造与资源以及公共部门的用例将达到 3,110 亿美元的价值。在矿业、石油天然气以及制造业，保护工人的人身安全是第一要务。俄罗斯西伯利亚煤炭能源公司（SUEK）在哈卡斯露天煤矿部署了自卸车，作为矿区自运系统的一部分，充分释放 5G 潜能。在矿区，5G 网络的安全性是各大专网提供商的主要竞争点。类似地，荷兰皇家壳牌等石油公司正在尝试通过远程钻井平台，减少现场人力需求，提升危险地带人员安全。

5G 用例的其他增长点主要是在线购物和机器人递送服务领域。早在 2019 年，日本便已经开始通过部署机器人向消费者递送产品。疫情及其带来的震荡或将推动更多 5G 机器人递送服务用例的出



现，很多国家也已为此做好准备。此外，为了控制疫情传播，让人们可以分布式办公，政府也有意愿支持递送服务创新。疫情期间，日本初创企业一直在开发用于医疗和非接触式递送的机器人。

有能力建设和使用 5G 基础设施的国家已经开始从这项技术中受益了。而在这一方向上投资不足的国家将错失 5G 革命性应用带来的收益。截止 2020 年，已经有 53 个国家部署了 5G。

企业应用加速上云

在大部分国家，新冠疫情都使得政策制定者意识到了数字化转型的重要性。已经在加速推进数字化转型的行业能更好地应对疫情。随着即将到来或者已经到来的经济衰退，企业需要在两种方案中作出选择：要么与以往每一次衰退期的应对方式一样，尽量削减成本；要么通过其他方式，充分利用技术来压平衰退曲线。对于已经在数字化转型上进行投资的国家来说，技术为他们提供了一个压平衰退曲线的契机。他们可以通过技术将疫情的影响降到最低，变得更具韧性和敏捷，更加适应数字化趋势，从而更好地抓住新常态下的新机遇。

云服务仍然是所有数字化转型举措的底座，因此，疫情也推升了对云服务的需求。弹性使用、敏捷开发、全球覆盖等云服务所宣称的特性目前正在接受检验。云平台（包括公共、托管、专有云平台以及 IT 供应商最近推出的合计算、存储和网络为一体的本地云即服务【LCaaS】平台）在帮助企业抗击疫情、应对经济增速放缓和维持稳健运营方面起着至关重要的作用。

随着安全社交距离政策的实施，医疗服务提供商都在努力确保医护人员和患者的安全和诊疗效率，远程医疗方案的普及率也随之升高。非洲一些国家已经在使用视频会议系统代替面对面会诊。在其他很多国家，医疗服务提供商开始提供线上门诊服务，此类方案的普及率大幅上升。此类基于云的解决方案通常基于现有设备，有助于使产品快速覆盖更多用户。

医疗服务提供商越来越多地在数据管理和 IT 基础设施等关键领域采用混合云模式。虽然在疫情之前，这一趋势已经显现，疫情席卷全球后，这一趋势变得更加关键。相比传统本地平台，云计算和软件定义架构能提供更安全、更灵活和高度可扩展的计算和存储资源。

随着疫情在世界各地的蔓延，很多国家关闭了学校，学生不得不在家学习。各国政府和教育工作者采用了一系列技术，包括电子门户、多媒体、

电视和 YouTube（如肯尼亚课程发展研究所开发的“肯尼亚 Edu TV YouTube 频道”），以确保停工不停学。大多数国家都部署了电子学习方案，通常都包括线上和线下内容和应用。埃及教育和技术教育部实施了远程学习和评估项目，向更多学生提供埃及知识库服务，学生可以通过手机或电脑查看不同年级和科目的内容。其网站上的教育内容通过多媒体的形式呈现，包括教材和教学视频。通过一个数字平台，5.5 万所学校的 2,200 万师生能够像在学校一样进行交流。即使是在海外的学生也可以使用该电子平台和数字图书馆。

保加利亚各高校则通过各种通讯渠道、线上平台、视频会议软件（如 Office 365、Skype、Blackboard 等）独立安排学生的远程学习。

为了解决获取技术机会不均等的问题，并推动线上学习，各国政府和公司齐心协力，以满足更多人获取相关技术的需求。阿根廷对教育门户网站 Educ.ar 实施了费用全免政策，而电话公司也保证使用数字平台将免费且不会使用数据。在肯尼亚，政府与技术提供商合作，通过在肯尼亚领空部署载有 4G 基站的 Loon 气球，向所有学生和家庭提供更广泛的互联网覆盖。Loon 气球是指部署在平流层的气球网络，主要为农村和偏远地区提供互联网连接。

云服务在业务使能方面也起到了主要的推动作用。虽然航空货运得益于电子商务和网上购物的增长也实现了一定程度的增长，但网络覆盖质量和性能仍面临挑战。为解决容量问题，同时能够为平时航线之外或受航空公司关闭影响的地区提供服务，欧洲法航 - 荷航集团 - 荷兰马丁货运（AF-KLM Cargo）推出了一个包机合作平台 Kickcharter。为了弥补货运网络中的空白，包机服务必须提供足够的货运，以摊平为该地区提供服务的费用。作为数字化转型的举措之一，内部团队开发了一个叫做 Kickcharter 的数字平台。客户可以通过这个新平台预订货运资源，以确保货机航班满载，并飞往通常货运网络之外的目的地。

预计所有国家都将加速采用现代、云原生应用平台和分布式云基础架构，以实现双向可扩展性、工作负载可移植性以及从云到核心到边缘的持续增强。这些功能不仅能使跨基础架构和平台之间的迁移更顺滑，还能减少限制。在企业从疫情管理转向恢复和补救的过程中，快速广泛采用云技术、部署模型和操作实践将有助于缓解未来可能出现的其他危机。

AI 助力病毒检测与新药研发

AI 等技术正在减轻新冠疫情对医疗和商业的负面影响。

AI 最显著的应用是在医疗行业领域。医院和公共卫生机构是疫情防控的前沿阵地。新冠疫情暴发后，全球医疗行业的 AI 支出在 20 亿美元的基础上翻了一番。我们预测，这一支出在未来几年内将继续以超过 30% 的速度增长。AI 可用于病毒检测。例如，AI 热敏摄像机可自动监测体温，减少一线医护人员对额温枪手动测温的依赖，在提高测温准确性和效率的同时，降低医护人员的感染风险。[4]

随着疫情席卷全球，世界各地都面临严重的医疗资源短缺。AI 聊天机器人、远程医疗、无人机和物理机器人等技术发挥了巨大的作用，可减少医患直接接触，降低医护人员感染风险。[5] 例如，美国疾病控制与预防中心（CDC）研制了一款聊天机器人，用于与疑似新冠肺炎患者的交流。此外，美国还建立了网上分诊系统，及时响应重症患者的需求，实现快速定位。[6]

新加坡国立大学医院的医护人员通过临床聊天助手应用随时了解新冠疫情的最新资讯。在医疗领域，AI 远不止提供洞察这么简单。如果医疗系统不堪重负，AI 可以通过优化患者管理和医院运营，来减少医护人员的工作量。新加坡陈笃生医院（TTSH）利用 AI 实现了从患者接收到出院的全流程实时可视化运营管理，同时对医院工作人员、病床、关键设备、个人防护装备和其他用品等资源进行跟踪。AI 甚至还被用于预测运营问题，提供有针对性的资源分配优化建议。2020 年 2 月，陈笃生医院发现其新冠肺炎筛分中心的患者数量激增，其隔壁的新加坡国家传染病中心（NCID）的住院人数也出现了增长。利用其内部 AI 工具，陈笃生医院快速集结人员和设备等资源加强本院新冠肺炎筛分中心的接诊能力，同时在国家传染病中心快速开设了五个病房。[7]

在先进的图形分析技术的加持下，AI 跟踪技术可以预测病毒的传播趋势，为政府采取封锁措施防止病毒进一步扩散提供输入。AI 还可定位移动设备，跟踪人们的出行轨迹，向科学家发送预警，并预先通知政府和医院病毒的潜在传播路径。[8]

传统的人工疫苗测试周期非常长，AI 正在加速诊断、疫苗研发和测试的进程，帮助识别基因序列，研制出有效的疫苗。例如，英国的人工智能公司 BenevolentAI 利用 AI 药物识别平台，识别出了有可能抑制新冠病毒感染的已获批药物。该公司利用 AI 来推导基因、疾病和药物之间的关系，提出多种可能有效的疫苗方案。在短短几天时间内，BenevolentAI 就发现了美国后期临床试验中的候选疫苗。AI 将疫苗测试的周期从几年缩短至几个月，当年非典疫苗测试就是花了几年时间才完成的。疫苗要先在动物身上试验，然后再进行人体试验，这一过程非常漫长，需要精心设计，而且不一定能保证 100% 成功。匆忙推出疫苗或药物极其危险，如 2009 年 H1N1（猪流感）暴发后，疫苗匆忙上市，结果导致因疫苗死亡的人数比病毒本身造成的死亡人数还要多。因此，最好的策略是国家之间进行研发合作，共同找出对抗病毒的良方。目前，AI，特别是自然语言处理（NLP）技术，正用于跟踪科学论文并确定新冠病毒的新研究方向。[9]

交通运输、物流、农业和通信等多个行业都已利用 AI 来有效拓展和运营业务，在保持社交距离和隔离的前提下，满足不断变化的客户和员工需求。新冠疫情在短期内还不会结束，更多公司将不再仅仅聚焦疫情危机管理，而是会构建业务韧性和保持增长。[10] 下一阶段的常态会是什么样子？很多人都在猜测，现在还无法下定论，不过几乎可以肯定的是，企业将走向数字化运营并与客户进行数字化互动。因此，AI 会越来越普及，在满足企业不断增长的数字化平台需求的同时，帮助企业提高生产力和生产效率。在过去 6 个月间，虽然疫情导致总体经济增速放缓，但 AI 聊天机器人、智能自动化、语音分析和 AI 网络安全工具等 AI 用例仍出现了增长。

新冠疫情已经证明，AI 能有效提高经济、行业、社会和个人抵御类似威胁的能力。因此，人们争论的焦点不再是 AI 是否会替代人类，而是人类如何利用 AI 来提高知识工作者的生产效率。我们预估，到 2024 年，超过三分之一的知识工作者将在工作中花大量时间与 AI 工具进行互动。

物联网创造无接触体验

无处不在的高速网络和智能端点的先进部署相结合，大大降低了新冠疫情的影响。

新冠疫情导致大批人流离失所，医疗设施不堪重负，病人无法就近及时接受治疗。因此，当务之急是制定能够收集高危人群数据的远程护理解决方案。随着感染者越来越多，全球各地都在建立临时医院。但是，临时医院可能缺乏全面联网的基础设施。在疫情期间，医疗机构建立的临时病人护理区，需要让病人能随时呼叫护士。在这种场景下，可以部署低功耗广域网物联网工具，利用免授权频谱实现急救人员与病人之间的通信，从而提供及时的救护服务。在中东和其他非洲国家，远程医疗已被广泛用于危重病护理、问诊、理疗和老年人护理，在提供初步分流和持续门诊护理的同时减少医护人员与疑似感染者的接触。还可以部署专用网络设备，持续监测和检测呼吸道疾病最常见的症状，包括体温和呼吸频率升高、持续咳嗽、心率加速，从而远程监测高危人群，使他们不必在家或在医院隔离。

虽然亚洲、拉丁美洲和欧洲的各国政府在疫情期间都支持并实施了密切接触者跟踪计划，但疫情过后工作场所将发生重大变化。企业已经在考虑引进新技术来监测和监督员工，如在办公室进行非接触式体温检测、开发可利用蓝牙和 Wi-Fi 记录员工与他人接触的手机应用。无论是在办公室、工厂还是施工现场，每位员工都可以携带一个小型可穿戴传感器。该传感器可以轻松监控公共区域人与人之间的互动，并将数据传到安保系统，从而控制员工的门禁权限。当传感器检测到两个或多个人之间小于安全距离时，它会发出警报声音或闪灯提示。

社交距离只是后疫情时代工作管理的一个方面。各地的企业都希望能尽早复工复产，特别是在无法实现远程办公的地方。因此，必须通过提高人们的卫生意识来扩大社交距离措施。一些初创企业已经建立了非接触式监测站，可以通过扫描员工的双手来检查是否携带污染物质，并监测员工的洗手方式。企业必须执行数字卫生政策并制定追溯方案，因为他们能有效帮助员工遵守社交距离要求、防止其暴露于潜在病毒源，从而防止工厂和设施关闭。

在新冠疫情暴发前就已经出现了众多有价值的物联网设备。为了防控疫情，需要调整、推广技术并提供技术安全保障。目前，物联网公司正与非政府组织和政府合作，开发新技术解决方案，抗击疫情，并为个人和企业提供帮助。最近几个月部署的物联网设备包括：

- **联网体温计：**发烧是新冠肺炎患者最主要的症状之一，因此，这项物联网技术能将数百万个联网体温计的数据上传到国家数据库，绘制发烧人群高风险地区实时地图。德国和意大利等欧洲国家正在将体温检测纳入新冠疫情的整体管理方案。

- **可穿戴设备：**供患者和医护人员佩戴的传感器能实时传输体温、心率、血氧量等生命体征数据。目前，有一种智能腕带能检测佩戴者何时摸了自己的脸，因为用手接触脸很容易感染病毒。巴西还有一种腕带能监控入境旅客是否遵守居家隔离要求。

- **电子商务：**新冠疫情严重影响了企业的付款和账务业务，特别是那些被迫转向线上协作和远程办公的企业。在商业交易中使用物联网能改变数据流动，因为物联网能提供所有财务相关信息的电子收据和实时数据。疫情加速了无现金交易模式在新加坡、中国和阿根廷等市场的普及。综合性电子商务解决方案将能更快地评估问题和分析风险，帮助企业更快地应对问题。

- **机器人：**软件开发人员已为 5G 机器人编写了能为患者提供食物、饮料和药物的程序。这不仅能节省医护人员的时间，还能减少医护人员与患者的接触，从而降低病毒传播风险。在华盛顿特区部署的送货机器人能为自我隔离的人提供食物和其他生活用品。

- **无人机：**低成本无人机等能收集数据的远程操作设备可以辅助监控人们的隔离情况，并在封锁期间运送关键物资。2020 年 4 月，爱尔兰航空局批准无人机运营商 Manna.aero 向莫尼高尔农村进行自我隔离的十几户家庭运送药品和关键物资。整个交付过程是一个端到端的闭环流程。在通过视频问诊后，当地医生开处方药，然后由无人机送到病人家中，无人机每次可运送重达 4 公斤的物品。无人机还可用于其他场景，例如：
  - 将医疗用品更快地送到疫情高风险地区，在避免配送人员感染病毒的同时减少了交通拥堵；
  - 监测公众集会，并在发现违反社交距离要求时向政府发送消息；

  - 在公共区域及向出入疫情高风险地区的车辆喷洒消毒剂。

许多企业领导现在都将物联网视为关键杠杆，如果能将其将有效地集成到企业运营中，不仅可以保证返岗员工的安全，还将在未来几年中持续创造价值。例如，供应链受阻会导致必需品短缺和超市货架商品不足。这背后揭示了全球供应链中断、生产放缓以及原材料和零部件短缺等问题。

在这种情况下，企业可通过物联网实时查看供应链参与者的生产计划、库存和预期交货时间，降低供应链风险。联网机器发出的信号可转化为地理位置标签，帮助企业了解工厂原材料的状况和在途来料的所在位置。

物联网将成为数字化转型的关键支柱，这是必然趋势。必须在工业层面改变文化和理念，才能确保经济顺利复苏，确保经济能经受住未来的挑战。

新常态下的经济韧性

在努力抗击疫情和恢复经济的过程中，各国需要考虑如何进行产业转型，在新常态下保持竞争力。从现在起，ICT 技术将成为所有企业战略的重点。政策制定者必须了解竞争格局的变化以及如何建立国家竞争优势。[11] 美国经济学家 Michael Porter 认为，一个国家的竞争优势建立在基本生产要素禀赋和先进生产要素禀赋的组合上，而这些禀赋是当地需求和相关供应商共同作用的结果。

基本生产要素禀赋通常难以发展或获得，它们包括：

- 自然资源，如文莱和沙特阿拉伯的石油和天然气、智利的铜、俄罗斯的木材、埃及的沙子；
- 独特的气候，让某些行业具备吸引力，如加拿大的农业、热带国家的旅游业；
- 绝佳的地理位置，如影响货物和人员流动的地理位置，如新加坡和阿联酋；
- 人口，如中国和印度众多的人口、捷克共和国的高技能人才。

基本生产要素是天生的，在生产过程中几乎或完全不需要引入投资。要素禀赋并不是一成不变的。例如，通过教育和培训，劳动力的特征可以发生改变。如果仅依靠基本生产要素，新加坡、日本和爱尔兰等国的经济根本无法发展到现在的水平，因为这已远远超出了基本生产要素所赋予的优势。

投资先进生产要素有助于经济复苏

与基本生产要素不同，先进生产要素是通过对特定要素的再投资和创新而人为培育、创造和升级的生产要素。Porter 认为，先进生产要素是一个国家可持续竞争优势的基础。基本生产要素有限的国家可以（而且往往被迫）通过发展先进生产要素来赶超其他国家。

构成国家竞争力的基本生产要素禀赋和先进生产要素禀赋

新常态下，先进生产要素禀赋在构建竞争力方面将发挥更大作用

国家生产要素禀赋

一个国家在高技能人才和基础设施等生产要素方面建立起的竞争力。

基本生产要素禀赋是一个国家固有的要素。基本生产要素提供的只是原始优势，必须在先进生产要素的支撑下才能持续成功。基本生产要素包括：
- 自然资源
- 气候
- 地理位置
- 人口

先进生产要素禀赋是通过个人、企业和政府投资建立起的优势。如果一个国家缺乏基本生产要素，那么它就必须投资先进生产要素，例如：
- 通信基础设施
- 高技能人才
- 研究
- 技术
- 教育

来源：《国家竞争优势》，作者：迈克尔 · 波特

政府政策在发展先进生产要素方面发挥着关键作用。投资特定先进生产要素有助于提高国家生产力和产品质量，推动其进入价值更高的行业，创造经济财富和就业机会迎接新常态。Porter 认为中等和高等教育以及技术基础设施这两个高级要素禀赋至关重要，必须谨慎发展这些禀赋，推动各要素相互协同发展。投资中等和高等教育有助于培养高技能人才、推动技术研究，而技术基础设施投资则有助于提升全国通信服务质量，推动新技术创新，进一步促进教育和研究发展。

先进生产要素禀赋描述、要求和举例

先进生产要素禀赋协同发展

先进生产要素禀赋	描述	要求	举例
1. 教育	通用人力资本投资：语言、STEM、数据分析、设计培训	高技能人才（教师）和一些基本的技术基础设施	学校、技术学院、内部培训、在线学习
2. 技术基础设施	技术基础设施投资、移动工具投资、通信基础设施投资、教育投资、技能发展投资、研究投资	高技能人才和研究	水、电、学校⋯⋯4G/5G 宽带、云、边缘计算
3. 高技能人才	特殊人力资本投资，拥有技术基础设施使用经验的高技能人才	教育和技术基础设施	软件开发和 IT 运维人员、深度学习专家、放射技师、吊车驾驶员
4. 通信基础设施	个人、学术机构、企业之间分享洞察、结果和用例的能力和意愿	技术基础设施和教育	通用标准、法规、政策、案例分析
5. 研究	最佳实践、用例和标准研究投资	教育、高技能人才、技术和通信基础设施	学术机构发表愿景宣言、研究论文、标准、指导书、战略、计划、案例分析

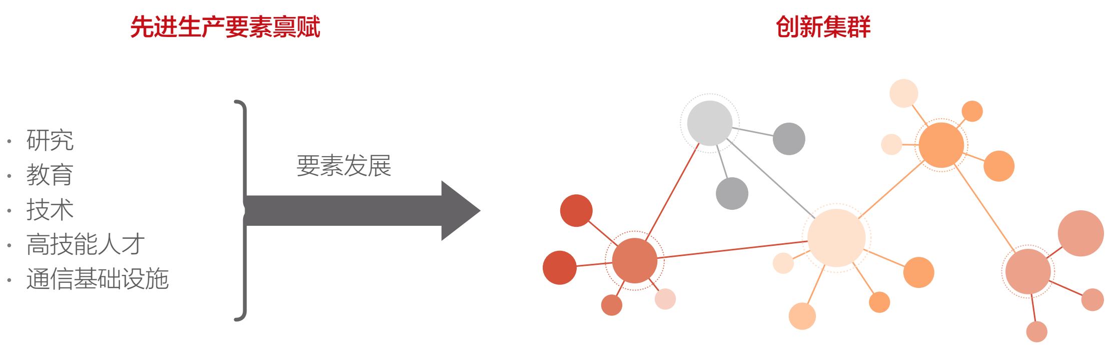
对先进生产要素的投资必须谨慎，这样可构建相关和支撑创新集群，进一步提高国家竞争力。在发展中国家，这类投资还会聚焦更基本的要素，推动国家向更高价值的产品和服务转型。

创新集群（COI）是指一个特定领域内相互关联的公司和机构组成的群体，它们支持和鼓励在该集群内不断催生和共同创造商业和技术创新。这类创新集群的典型代表是加州的硅谷，不过，伦敦、以色列、日本和新加坡等国的创新型初创企业和研究集群也在迅速崛起，这预示着科技飞跃即将来临。这些集群通过发展价值和生产力更高的经济行业，推动运营所在国家的转型。

群集的成功有几大关键要素。处于发展初期阶段的集群通常都与美国斯坦福大学、日本东京大学、

英国剑桥大学和新加坡国立大学等知名教育机构关系密切。在伦敦、巴黎、柏林和新加坡等发达国家的城市，由大学共同建立的科学园和研究三角区比比皆是。群集的另一个特点是，它们都获得 IBM、微软、谷歌、华为、百度、Infosys 和三菱等大型跨国公司的支持。这些公司能为当地合作伙伴和初创企业带来国际创新需求和高水平商业技能，长期支持和促进共赢。集群要想生存下来，还需要从风险资本基金、银行或政府那里获得灵活的创业融资。不过，比这些技术要素更重要的或许是一个社会要素，即发展强大的人际关系网，将愿意互动和分享想法的人们汇聚在一起。群集之所以形成，通常是因为政策制定者提供适当的激励措施、ICT 投资和良好的监管环境，建立或吸引教育机构、大型跨国公司在本区域内设立，或促进产业、社会和学术机构之间的分享和互动。

要素发展产业的先进生产要素禀赋



"先进生产要素禀赋……是指真正构建国家竞争优势的创新集群，例如专业输入设备提供商网络、学术机构和地方竞争的溢出效应。集群为学习、创新和生产力的蓬勃发展提供了环境。这类地方性集群是发达国家共有的特性，但却是发展中国家所缺失的，限制了发展中国家的生产力提升。"

——Mike Porter (1998c, 2000)

下面列举了几个真实的案例：

印度：*数字技能*是发展创新集群的重要条件。尽管**印度**的研发支出和专利申请数量落后于东亚国家，但它每年的计算机专业毕业生数量却仅次于中国。印度为软件工程师提供培训，培养了大量数据科学家和机器学习专家，该国 AI 人才数量已从 2018 年的 4 万人增加至 2019 年的 7.2 万人。这些 AI 人才深入参与国家级项目，如通用身份识别项目（目前已登记 10 亿公民的身份信息）和面向执法机构的新人脸识别数据库。许多全球化企业在班加罗尔设立了 AI 研究中心，其中一家跨国 AI 公司筹集了超过 3.25 亿美元的资金，利用 AI 提升企业效率。自 2015 年以来，印度的 AI 投资年均增长率高达 46%，这提升了该国的 GCI 排名。

巴基斯坦：数字技术助力传统产业发展。巴基斯坦是一个年轻且快速增长的亚洲市场，越来越重视深度科技的发展。过去几年间，随着通信技术不断完善，巴基斯坦的互联网流量也持续增长，目前已覆盖 8,300 多万用户。超过 97% 的巴基斯坦人用手机上网，这一快速增长得益于巴基斯坦主流电信公司的 3G/4G 服务快速普及。过去三年，巴基斯坦的 4G 渗透率翻了三倍，推动该国在 GCI 2020 的排名上升了两位。2019 年，巴基斯坦是亚洲地区数字自由职业者数量增长最快的国家。该国政府最近还任命了一位有麻省理工学院教育背景的高管负责数字巴基斯坦计划。巴基斯坦的数字创新主要聚焦于改造农业等传统产业，农业占该国 GDP 的 19%，雇用了全国 40% 的劳动力。新兴技术已经颠覆了传统农业，提高了生产力和生产效率。一些应用程序正在为巴基斯坦的农业带来变革。现在，该国的农民可通过应用程序，更好地管理牲畜、监测土壤环境、了解最新天气资讯、利用电子交易平台，从而提高作物产量。

智利：数字技术与优势自然资源结合。同大多数拉美发展中国家一样，也拥有着众多和自然资源相关的产业，如采矿和鲑鱼养殖。目前已有 200 多家企业进入智利的鲑鱼产业，覆盖水产养殖设备（如养殖笼和鱼网）生产、鲑鱼食品、漂浮房屋和仓库、实验室、疫苗和药品、空运和陆运、水下服务、质量控制、培训中心、研究和教育机构、金融实体、保险、专业法律咨询服务等。通过 ICT 技术，这些企业可以在竞争激烈的全球市场中更顺畅地进行沟通与协调。

中国：建设粤港澳大湾区，将本区域 GDP 总和超过 1.6 万亿美元、人口近 7,000 万的 11 个城市整合成一个充满活力的创新集群。粤港澳大湾区的每个城市都将建设新型基础设施，包括部署 5G 网络、实现固定宽带服务全光纤化以及建设高速率、大带宽的下一代骨干网络。大湾区未来将通过建立通用标准，开放数据端口，打造互联公共应用平台，并建设全面联网的综合传感网络、智慧城市时空云平台、空间信息服务平台等信息基础设施。

东莞、珠海、江门、佛山、肇庆和惠州等节点城市可以提供资源和强大的低成本制造基地，而这些制造基地反过来可以利用深圳和广州科技公司的研发成果来提高生产力和供应链效率。位于香港的全球权威 AI 研究机构以及其国际金融产业将有助于加速实现大湾区其他城市的业务需求，促进商业化落地，进而造福整个区域。为了实现这些协同效应，大湾区倡议还试图通过可视化计算、区块链和集成数字标识等标准化技术消除城市间的障碍，支撑整个大湾区经济的发展。

沙特阿拉伯积极投资发展 5G 能力，旨在实现沙特 2030 年愿景。沙特实施这一战略框架的目的是减少该国对石油的依赖，实现经济多元化，并发展医疗、教育、基础设施、娱乐和旅游等公共服务行业。2019 年 8 月，沙特通信和信息技术部发布了“2019-2023 年 ICT 战略”，明确了 13 项国家重点工作，包括改善固定零售和批发市场竞争、提高 IT 行业的国产化率，提升本地 ICT 人才的技术能力等。该部门还为 24 项举措提供了资金支持，建立油气、医疗和物流等技术集群，从而将沙特打造为一个全联接、创新的国家。为推动本地集群的发展，许多举措还涉及政府大型项目，如利雅得地铁等交通运输计划、住房部的 Sakani 计划等社会基建项目，以及国有企业阿美的 Berri 和 Marjan 油田等大型能源项目。其他举措还涉及与国家和区域的领先企业（尤其是 IT 和电信企业）合作，加速物联网、数据分析、虚拟现实、增强现实、智能家居和自动驾驶汽车等众多领域的发展。沙特阿拉伯在 GCI 2020 排名第 33 位，比 2016 年跃升了 10 位。

罗马尼亚：积极推动智慧城市建设。罗马尼亚特兰西瓦尼亚地区的 Alba Lulia 市政府早在 2018 年就与宽带互联网和移动网络提供商 Orange 罗马尼亚共同打造了该国的第一个智慧城市。Orange 罗马尼亚部署了物联网，提供智能停车 / 交通、智能照明、水表、废弃物管理、环境监控等服务。该项目催生了部分本地初创企业，标志着本土创新集群的萌芽。然而，这些地方举措能否获得足够的资金或实现规模发展从而在更广泛的竞争市场中建立可靠集群，还有待观察。

日本：引入新生产要素，解决社会潜在需求。推动地方集群发展的另一大要素是强劲的本地需求，并要与国家重点技术方向看齐。**日本**作为领跑国家，一直致力于利用其在传感器、可穿戴技术、无线模块和人工智能等领域的专业优势，构建物联网和机器人企业集群。早在 2004 年，日本内务与通信省就制定了 u-Japan 政策，来加速机器人和物联网集群的发展，满足日本企业客户和消费者对智能设备的需求。比如，日本老年人对物联网技术也有着旺盛的需求，尤其是在医疗保健方面。例如，日本利用物联网改善糖尿病护理，因为传感器可以在几分钟内识别血糖水平及潜在问题。日本还大规模部署数据分析和物联网传感器，刺激创新，产生更多数据，从而进一步提高分析能力。随着全球发达国家人口老龄化问题日趋严重，物联网在医疗保健领域的应用将发挥更重要的作用。

新加坡：部署 AI 战略，提升国家创新力。在 GCI 2020 排名中，新加坡位列第二，该国制定了宏伟的 AI 愿景，并成功整合了不同集群的创新要素。未来几年新加坡将加快 5G 部署，覆盖全国一半的区域。新加坡最近宣布的 AI 战略包含了打造领先 AI 集群所需的所有要素。在物流、住房、医疗、教育和安全五个国家级项目中，新加坡都将 AI 应用摆在优先位置。政府还制定了监管框架对数据保护和 AI 伦理的遵从情况进行监管，并为 25,000 名专业人员提供给了基础的 AI 培训。新加坡的整体创新举措使其成为全球第三大创新国家（韩国第二，美国第九）。

在本地创新集群发展的早期阶段，地理因素十分重要。但随着时间的推移，创新不可避免地要扩散到不同的区域，大型跨国集群开始出现。最明显的是在融资方面，领先企业开始投资本国市场以外的集群。例如，日本、中国、韩国和新加坡的领先企业都大力投资新加坡最具前景的初创企业，其业务覆盖共享出行和电子支付等领域。一家由中国跨国集团出资的电子商务和游戏独角兽公司在新加坡成立，并在 2017 年成为该地区首家在纽约证券交易所上市的科技公司。

ICT 在发展先进生产要素的过程中发挥着关键作用

并不是对所有先进生产要素的投资都能有效提高国家生产力。在这个日益数字化的世界，ICT 领域的先进生产要素投资聚焦于提高经济附加值，实现自我强化的创新循环。预计在未来几年，全球大部分 GDP 将来自 ICT 使能的数字产品和服务。GCI 近几年一直在关注这一创新过程。

GCI 报告强调，5G、宽带、云、AI、物联网等 ICT 投资尤为重要，因为 ICT 投资对其他基础和先进生产要素的投资都具有倍增效应，能给社会创造更大的经济价值。5G 和宽带的投资将彻底改变远程学习（教育），5G 物联网可以优化实体资产（基础设施），AI 可以实现个性化互动（教育）并帮助科学家挖掘海量物联网数据集，提供相应洞察（研究）。

发展先进生产要素禀赋的使能技术

加速先进生产要素开发，助力提升经济竞争力、加速经济复苏

ICT技术基础设施	宽带/5G	云	AI	物联网
教育	远程教育、使用全球更优质资源	更轻易地获取更多内容	个性化、交互式学习	浸入式、触觉学习
高技能人才	培训、远程工作机会	更轻易地获取更多工具和应用	软件机器人	提供远程协助
通用基础设施	实时分析和响应	支持可扩展性应用、工具和解决方案部署的平台	数字孪生、预测模型	传感器、执行器监测和维护
通信/协作	视频会议、数据和内容共享	历史存储	视频分析	监控
研究	全球共享研究成果	支持复杂研究的存储和计算能力	分析大量数据集中的复杂规律	获取大量新数据用于研究

行业影响

行业数字化转型助力国家发展“高水平”生产力

ICT 成为助力国家优势产业转型的工具

在后疫情时代，放任自流和削减成本与政府干预这两种极端的做法都将不再有效。由于经济大衰退，处于封锁状态的国家没有足够的资金来刺激经济增长。市场力量一直试图改变经济衰退带来的市场不景气，但这还不够。各国政府和行业需要进行针对性的 ICT 投资，助力发展先进生产要素禀赋并实现良性的创新循环。GCI 报告一直在关注这些循环，而我们目前面临的风险是前所未有的。

ICT 投资需要考虑各国独特的现有生产要素禀赋，才能产生倍增效应。总体而言，每个国家的经济由不同的行业构成，其中一到两个行业占据主导地位。ICT 的发展需要充分发挥各国的优势，而非劣势。因此，国家 ICT 战略应构建在各国前期积累的优势行业之上。

虽然各国都有不同的经济行业，但大多数国家主要聚焦其中一个产业：

- **能源和采矿密集型：**包括原料的提取和加工。产出和出口都是有形的，实物材料要经过不同的加工阶段。澳大利亚、沙特阿拉伯、文莱和巴西都高度依赖能源密集型产业。

- **农业密集型：**种植和牲畜、鱼类、家禽和作物生产。产出和出口都是有形的，实体商品是相对未经加工的。荷兰、中国、澳大利亚和印度尼西亚高度依赖该经济行业。

- **产品和制造密集型：**制造、加工、将原材料和商品变成成品，直接用于消费或整合到更复杂的产品中。中国、日本和德国是典型的制造密集型经济体。

- **服务密集型：**提供服务或教学、护理、客服、金融和咨询等无形商品。美国、荷兰、英国、瑞士和新加坡是这种经济模式的典型代表。

- **创新密集型：**包括研究和创新等知识型活动，如信息技术和研发活动。德国、美国、英国、新加坡和日本是创新密集型经济体的典范。

以上只是列举了部分例子，总体而言，每个经济体都由不同的行业构成，通常其中一到两个行业对 GDP 的贡献最大。

经济的行业构成

虽然每个国家都由不同的行业构成，但一般都是一到两个行业占主导地位

	能源和采矿密集型	农业密集型	产品和制造密集型	服务密集型	创新密集型
描述	原料的提取和加工。产出和出口都是有形的，实物材料要经过不同的加工阶段	种植和牲畜、鱼类、家禽和作物生产。产出和出口都是有形的，实体商品是相对未经加工的	制造、加工、将原材料和商品变成成品，直接用于消费或整合到更复杂的产品中	提供服务或教学、护理、客服、金融和咨询等无形商品	研究和创新等知识型活动，如信息技术和研发活动
国家（举例）	澳大利亚 沙特阿拉伯 文莱 巴西 南非 智利 中国	荷兰 中国 澳大利亚 印度尼西亚 泰国 巴西 印度	中国 日本 德国 印度 意大利 墨西哥 波兰	美国 荷兰 英国 瑞士 新加坡 菲律宾 印度	德国 美国 英国 新加坡 日本 韩国 瑞士

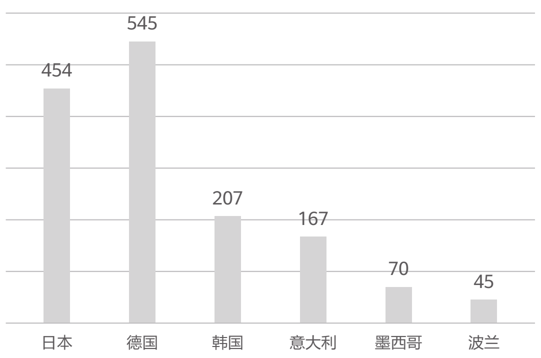
各国在每个行业的生产效率或人均附加值都不尽相同。下表显示了各国在农业和制造业中的人均附加值或每小时附加值。生产率较低的国家在全球贸易中处于劣势，因此他们必须投资 ICT，发展先进生产要素，推动经济转型实现生产力提升。

各国制造业和农业的工人生产效率

同一行业各国的生产力

制造业

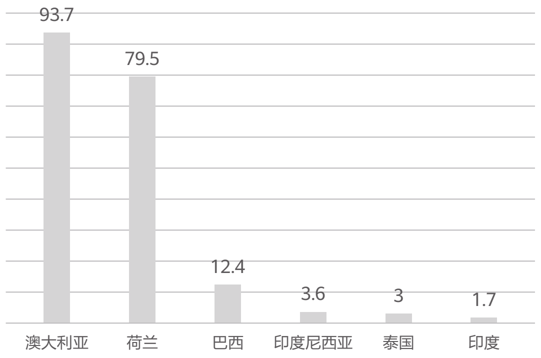
2018年每小时附加值（单位：百万美元）



来源：世界大型企业联合会国际人力资源对比项目，2020年1月

农业

2018年人均附加值（单位：千美元）



来源：世界银行数据库

ICT 投资助力行业数字化，提升国家生产力

有些国家的附加值较高，主要有两个原因：首先，生产率较高的行业与生产率较低的行业之间存在差异。高科技制造业通常比农业的生产率高，服务业通常比资源型行业生产率高。其次，各个行业内部也存在差异，因为各国的自动化程度和工业转型程度各异。行业数字化程度越高，其带来的附加值就越大。高价值商品（如电子产品与家居产品）能创造更大的附加值。农业转型可提高每公顷的产量，同时也会降低每公顷所需的管理人力需求。GCI 报告显示，ICT 是行业转型的使能技术。因此，GCI 得分较高国家的人均附加值或每小时附加值普遍较高。

要推动行业竞争力提升、帮助国家加速经济复苏、构建韧性适应新常态需要经历五个发展阶段。

行业数字化转型的五个阶段

根据ICT成熟度将行业数字化发展划分为五个阶段

高附加值

第一阶段：任务效率	第二阶段：功能效率	第三阶段：系统效率	第四阶段：组织效率	第五阶段：生态效率
活动主要涉及手工劳动和少量的重型设备。技术主要用于沟通和跟踪财务记录。机械化和任务计算机化提高了单任务层面的效率	主要利用技术阶段性收集历史活动、输出和交易数据，推动本地绩效和质量提升。推动多项任务的自动化，实现一项特定的功能，从而提高功能效率	推动核心系统功能数字化，实现系统高效运作。企业跟踪关键系统业绩指标（如输出、业务流和质量）。数据和分析聚焦跟踪KPI，提升系统和运作效率，达成业务目标	组织内部所有系统都实现数字化，提高了组织效率和敏捷性。企业持续监控不同地点的表现和异常情况，以便更好地提高组织业绩和产出。基础主要用于提升不同地点的可视化和自动化水平	数字生态系统能快速响应市场变化，且支持利益相关方的自动协调，可提高生态系统效率并构建韧性。技术使用将不再局限于企业内部，而是利用整个生态系统的运营和资产数据，刺激对连接、采集、存储和智能自治能力的需求
加大投资，提升GCI排名				
3G、手动处理、打印订单、电子邮件和电话通信	4G/网络、电子表格、订单处理和/或生产系统（MES和开票）	4G/网络、ERP/创新管理软件、服务器、网络、云	4G、本地部署云/边端、物联网、AI/机器学习、平台级协作机器人和机器人	5G、支撑决策自动化和执行的实时数据可视、物联网、智能平台、生态系统集成、无人值守时的保护和运营、自动机器人技术

- **第一阶段：任务效率。**这是最基础的阶段，大多数生产活动涉及手工劳动和少量的重型设备。在本阶段使用技术的主要目的是为了实现过程的机械化，较少涉及自动化或数字化。这有助于提高任务效率，因为通过机械，工人能更有效地完成单项任务（如，农田种植、产品部件安装或客户服务）。起步国家大多采用这种产业模式。通常情况下，由现场人员识别操作问题并协调应对，通常进行面对面沟通或随着规模不断扩大，也会通过移动通信进行互动，当然这取决于 2G 和 3G 网络的可用性。在企业规模够大、网络覆盖充足的情况下，也可以通过电子邮件 / 短信等更广泛的途径来沟通问题和解决方案。在处理更复杂但较少发生的财务问题（如在季度末或年末结算时才会出现的财务问题）时，也可以采用这样的方法。此类问题可能需要共享 Word 文档或电子表格数据给远程工作的利益相关方，由其进行修改或验证。虽然带宽需求不是很大，但必须要足以支撑这些沟通活动。在该阶段，企业很少会优先考虑从多个地点获取的含有大量数据需求的运营数据。

- **第二阶段：功能效率。**在第一阶段活动的基础上，本阶段流程利用 ICT 技术实现计算机化或自动化，可同时处理多项任务，提高功能效率。例如，整个生产线或在线商店实现自动化，支撑订购、付款和客服功能。但是，这种自动化是孤立的，并没有连接到任何企业系统。通过将本地流程计算机化，企业可定期收集本地活动、产出和交易的历史数据，以提高生产率、经营业绩和质量控制。各行业利用 ICT 技术，引入制造执行系统（MES）和开票等功能，来提高生产力。这就需要在不同的地点持续运行数据库、提取转换与加载（ETL）、商业智能（BI）和分析等能力，而管理和使用这些资源需要高技能人才。因此，只有排名靠前的起跑国家中的大型本地企业或加速国家中的大多数企业正处于这一阶段。企业需要 3G、部分 4G 和固定网络覆盖，才能实现静态数据集的通信和共享，支持这些复杂的交互（以及第一发展阶段中的交互）。少部分企业可能还在探索云应用。

- **第三阶段：系统效率。**在这一阶段，功能自动化和计算机化是实现整个系统数字化的普遍做法，而且在当地企业层面，这些系统都是相互连接的，如从入库物流、生产、出库物流、保修到质量控制的整个生产系统，或者覆盖多渠道互动、客户记录和历史的端到端客户处理系统。大多数企业将利用数字化工具来监测关键业绩指标（如产出、业务流和质量水平）。虽然这些企业更广泛地关注当地系统、工厂或办公室层面的数据和分析，跟踪关键绩效指标（KPI），来改进运营，达成业务战略目标，但是，他们的实际数据需求要大得多，如设备和资源的实时数据。这会极大地增加数据存储和通信负荷。因此，这些企业可能需要流媒体功能、数据湖等技术。对于具有国际竞争力的专业应用，他们可能要考虑物联网和先进的数据分析方法（如机器学习），以支撑预防性维护或质量控制等功能。这些企业同样拥有并需要更高的 4G 覆盖率，并且可能部署光纤入户（FTTH），从而推动云服务的普及。排名靠前的加速国家和一些领跑国家都处于该阶段。

- **第四阶段：组织效率和敏捷性。**在本阶段，许多企业不断跟踪绩效，并监控不同地点 / 工厂或办公室的异常情况，从而了解如何提整体业绩和产出率。全公司（各职能和业务领域）都在使用技术，大多数流程已实现数字化，并与各地区和国家的企业系统集成。企业往往通过技术提高近实时可视化和自动化水平，而且不仅是一个国家内的多个地点，还涉及不同国家、时区、监管制度和语言。由于企业内的所有系统都已有效集成，这大幅提升了组织效率及其应对市场变化的能力。处于本阶段的企业谨慎保护并利用自己的数据和分析洞察能力，并坚信这些能力最终有助于提升其国际市场竞争力。一些领跑国家处于这一阶段，主要表现是 4G 和 FTTH 覆盖率高、云应用普及率高、AI 解决方案得到普遍应用、实现了物联网部署。

- **第五阶段：生态系统效率和韧性。**未来可能不仅是企业内部的数字化，而是整个生态系统都会实现数字化。数字生态系统能快速响应市场变化，且支持利益相关方的自动协调。处于这一阶段的企业能够快速调整生态系统，开发新产品、服务或进行大规模定制，甚至创造新的商业模式。随着企业运营的竞争、经济、政治和生态环境日益不稳定，企业将从产品主导的业务向服务业务转型。快速响应、灵活性和韧性将不再是一种可有可无的奢侈品，而将成为企业生存的基础。在这一阶段，ICT 的使用将不再局限于企业内部，而是利用整个生态系统的运营和资产数据，刺激对连接、采集、存储和智能自治能力的需求。5G、物联网、机器人等技术将成为这一转型的典型代表，为新商业模式、新工作方式和新产品创造新的机会。很少有公司能够真正进入这个阶段，也许只有少数最先进的国家意识到产业生态系统的重要性。我们看到部分国家已经开始在制定国家 5G 发展方案方面进行深入的系统性思考。

我们试图描绘上述五个经济行业经历的五个发展阶段。在上述例子中，我们挑选了在各国占主导地位的行业企业，当然这些国家可能还有其他更先进的企业。

能源与采矿业

能源与采矿业生产力的五个发展阶段

能源与采矿业		
第一阶段：任务	能源与采矿活动使用劳动力和重型设备。技术主要用于通信和记录。	埃及拥有丰富的自然和矿产资源。该国采矿作业的方式各异，既有通过劳动密集型方式进行矿物开采和加工的个体矿，也有利用设备进行开采的大型矿。无论哪种情况，管理者都是根据经验做出决策，过程中几乎不会采集数据，即便采集，也不会用于辅助决策，而仅仅是用于记录生产和销售。安全并非首要考虑，设备和资产在出现故障时才会进行人工维护。使用技术的目的主要是为了财务目标而保留生产记录。
第二阶段：功能	通过历史数据的收集，矿工和操作人员能够进行一些基本分析，从而使产出获得量和质的提升，但这种操作仅涉及单个项目。产品单价有望在原材料质量提升后获得提高，从而实现单位资源的收入增长。	
第三阶段：系统	数据分析和 KPI 能进一步提升物料提取过程的效率，矿区的质量和产量也能获得提升，收入继而实现增长。此外，企业将利用程序对设备进行维护，避免发生故障。一旦发生故障，生产效率的损失将达到每小时数万甚至数十万美元。	

能源与采矿业		
第四阶段：组织	对绩效可衡量、可视化和自动化的重视贯穿整个组织，并能改善与客户和供应商的交流。领先企业将与客户和供应商进行融合，以识别潜在机遇和破坏性因素。这将提升企业能力，例如，使他们能先于竞争企业找到矿物开采所需化学品的替代性供应来源，加速产品上市，更有效地履行合同义务，并在供应受到限制的情况下获得溢价。在自动化方面，许多矿区使用自动卡车，以提升矿区和资产的盈利能力。	澳大利亚以其丰富的自然资源和矿产资源而闻名，该国采矿行业对数据分析和自动化进行了大规模运用。例如，澳大利亚的力拓集团在皮尔布拉矿区通过控制中心监测自主采矿设备。自动采矿车辆的应用能提高生产力和车辆利用率，还能降低企业的碳排放。采矿人员还可操作自动爆破孔钻机进行作业。此外，还有一些企业拿实时数据的表现与最佳实践进行对照，并建立预测分析模型，从而识别改善设备性能、提高生产率和挖掘新业务模式的机会。
第五阶段：生态系统	生态系统数据的整合能实现利益相关方的自动协调，使采矿企业能够预测价格波动，并专注于通过自动化提高生产力，或专注于通过流程和网络优化来节约成本。同样，当出现制约因素或干扰时，生态系统的整合也将发出提示信息，并能辅助决策，使企业能抢占先机。例如，当灾害发生对航运路线的空间造成限制时，那些提早掌握信息的企业就能及早采取行动调整部署，而不是面对数周的库存坐以待毙，等待市场来打破限制。这样的企业能在破坏性因素面前保持更大的韧性。	

农业

农业生产力的五个发展阶段

农业		
第一阶段：任务	农业活动使用劳动力和重型设备。技术主要用于通信和记录。	
第二阶段：功能	通过历史数据的收集和对种群的监测，就能进行一些基本分析，从而使产出获得量和质的提升，提高土地利用率或牲畜繁殖率。农作物和动物越健康，生产商就能通过更高质量的产品获得更高的利润，增加牧场和农田产量。	从农场种植到家庭小规模耕种，印度尼西亚的农业生产方式十分多样，并且家庭耕种仍然是许多农户重要的收入来源。 印度尼西亚的初创企业和政府为提高小农户的产量付出了巨大努力。例如，有人开发了一款手机应用程序。该程序能够采集天气数据，并利用数据模型帮助农民在种植、施肥和收割时做出更科学的决策。农民还能在应用程序中查看市场信息，并反馈他们村庄的灾害情况。
第三阶段：系统	农民们希望跟踪异常情况，将多个农场的信息汇集在一起，提高牧场 / 农田产量，并分析供求情况，以进一步提高市场价格和产量。此外，农民能利用程序对设备进行维护，以防发生故障。一旦发生故障，他们将面临收成或牲畜损失。	
第四阶段：组织	可视化和自动化使农民能够专注于生产力和相关资产的管理。主动或预测性的设备维护能降低成本并进一步提高产量。有了针对特定农产地的应用软件，农民能减少农药和化肥的使用量，从而降低生态影响和成本。例如，对挤奶或喂养的自动化进行投入，能实现对畜群的有效监测，确保动物健康、长寿、高产。实现作物生产自动化有助于解决缺乏农业工人的问题。农民可以通过探索替代性作物或耕作技术实现收入或产量的提升。	**日本**正利用数据可视化来提高产量、提高可持续性。 日本有许多通过农业科技使农民获益的例子，比如：使用云平台进行数据分析，在稻田中使用传感器（物联网）检测空气和土壤温湿度、土壤水分和土壤肥力。通过摄像头进行长时间的视觉对照，并将多个农场的数据使用情况进行汇总，能够提高大米的产量和品质，满足清酒酿造商朝日酒造（Asahi Shuzo）的需求。

农业		
第五阶段：生态系统	利用互联技术生态系统，农民能够通过收集和分析数据，发现每片牧场和农场的细微差别，从而减少投入和成本。这将有助于农民保护自然资源。利用共享和分析天气、土壤等指标的平台，能实现区域内数据共享或与类似生态系统进行比较。通过与市场上的合作伙伴（包括食品加工企业）进行连接，将为运营决策提供支持，以便进行情景分析。通过穿戴式设备，农民可获得远距离、多点数据，快速应对自然灾害，减少对作物、产量和牲畜的负面影响和损失。	

产品和制造业

产品和制造业生产力的五个发展阶段

产品和制造业		
第一阶段：任务	产品和制造活动由人工完成，涉及纸质文档。技术主要用于通信和记录。	巴基斯坦以高质量的服装生产而闻名，但他们主要依靠手工生产。 制衣业是巴基斯坦第二大行业，企业依靠工厂工人、合同工和居家工人完成劳动力要素驱动的生产，他们通常按件计酬。由于电力供应问题，工人要手动操作机器以提高生产力。订单管理和成本表通常由人工处理，或者在计算机的有限辅助下进行处理（例如，使用电子表格开具发票）。
第二阶段功能	收集数据可用于管理库存和识别产品或产品线层面的问题和基本质量问题。通过提高质量和批次一致性，制造商将能获得更好、获利更丰厚的合同。开具发票的错误减少后，制造商收到付款的速度将更快，纠纷将减少。	
第三阶段：系统	数据分析和 KPI 能进一步提高质量和产出，还能提升生产的一致性。制造商能监控生产设备，采用维护和维修程序，安排停工时间，以减少故障。一旦发生故障，生产效率的损失将达到每小时数万甚至数十万美元。	

产品和制造业		
第四阶段：组织	对绩效可衡量、可视化和自动化的重视扩展到供应商和客户。当出现供应中断或需求激增时，更先进的企业将收到早期预警，从而能提前寻找替代性供应来源或协调资源，以应对需求激增和供应方面的限制。制造业的自动化能缩短生产周期，实现自动化的生产商能快人一步赢得订单。机器人能实现人力无法企及的负荷强度和速度，制造商可以通过机器人提高产量。车间设备一旦出现小问题，几分钟内就能将其解决，而无需等到设备真正发生故障时再去解决。生产负荷能在不同的产线或地点间灵活切换，尽量降低对产量的影响，并且设施的维护可以及早进行，而不用等到真正出现故障时再被动应对。	德国提出了工业 4.0 的概念，并掌握着先进的制造技术。 德国的汽车和航空领域有许多制造自动化和预测能力的例子。例如，宝马的智能制造工厂应用机器学习 /AI 辅助质量检验。他们还使用相同的生产线生产多款不同车型，每天的产能达 9,000 辆，能支持最高 10 亿个特征组合（针对宝马 3 系车型）。宝马的制造工厂具备平台驱动的智能分析能力，支持创新的自动化与辅助系统、质量可视化检测、流程控制、资产维护，以及针对异常检测的装备维护。
第五阶段：生态系统	制造商与供应链深度融合，并能动态适应生态系统中不断变化的机会。零部件或原材料供应方面的限制或航运线路的中断，可通过市场或预先协商合同加以解决。通过基于互联生态系统的决策自动化，可实现运输重定向或供应商变更。在需求激增的情况下，可以通过市场协调扩大产能，购买和上线富裕的工厂产能。对于产能未得到充分利用的工厂，可通过向其他生产商提供产能来拓展收入来源。产品将内置信息化能力，通过服务实现产品的扩展，创造新的业务模式。例如，可预测器件故障的联网产品、可追踪遗失电子产品的定位芯片组等。	

服务业

服务业生产力的五个发展阶段

服务业		
第一阶段：任务	服务业采用基于人工处理的劳动密集型服务供应模式。技术主要用于通信和记录。	菲律宾以为企业提供客户服务而闻名，特别是英文客服。 对于大量文档需要处理或需要客服人员协助的情况，Magellan Solutions 等企业提供外包人力资源，以协助进行表单处理、虚拟助理、客服中心人员配置和内容的创作和审核。企业通过系统管理人力、工作安排、时间、考勤、开票等。然而，大部分工作属于劳动密集型的操作性工作。
第二阶段：功能	服务按照标准流程进行交付，以提高服务的一致性和客户满意度。回头客业务能降低吸引新客户的成本，并实现老客户推荐新客户。企业会不断对流程进行改进，以确保服务的一致性。	得益于物流（海运）和金融行业的发展，阿曼服务业对 GDP 的贡献从 1980 年的 29.4% 上升至 2019 年的 52.6%。随着 2030 数字阿曼战略（eOman）的持续落地，宽带和云基础设施的发展加速了金融、政务和交通行业的数字化转型。 这为金融服务业开发金融科技产品和服务，实现进一步发展创造了条件。政府、机场和港口已加速其大部分服务的数字化转型。目前，阿曼已成为海湾国家中进出口合规进步最快的国家之一，也是该区域效率最高的一大物流中心。条形码扫描仪的使用让数据获取更加便捷和准确。云化货运系统可以迅速提供服务，提升客户体验，客户也可以登录系统进行自主查询。

服务业		
第三阶段：系统	通过数据分析和 KPI 的设定，能更好地追踪客户服务指标。客户服务不断完善，并成为服务提供的一个亮点。提高服务标准能提升员工士气，使企业能够吸引更高质量的员工。随着对企业的自豪感不断提升，员工将提供更高质量的服务，并为客户付出更多努力。这将进一步增加销售额、维系客户并降低招聘成本。	
第四阶段：组织	服务自动化使流程更顺畅，从而节约时间和成本。工作单管理或等级等日常任务的自动化可以减少失误，使员工有更多精力关注客户需求。此领域的生产力提升能节约成本。减少服务接触中的失误能创造更无缝的客户体验，从而提高客户满意度。例如，自动化给现场服务带来诸多好处，工作协调更有序，出行时间和费用得以降低，现场服务人员能随时获取所需信息，而无需联系办公室获取。通过资源的优化，客户服务水平和盈利能力得以提升。自动化处理和信息提示提供了新的客户互动方式，让客户能以喜欢的方式与企业联系。	
第五阶段：生态系统	通过服务网络的整合，企业能扩展现有的服务能力。以消费者业务领域为例，出行旅客在离开机场时，仍然可以使用同一款航空公司的应用程序预订共享车辆，继续余下旅程。同时，旅客还可以在该应用程序上订餐，一到家即可享用美食。通过抽取佣金或与打车和订餐平台的跨平台支付，航空公司能获得新的收入来源。企业将与更多的合作伙伴进行整合，扩展服务能力，提高自身网络的用户粘性。这将创造新的收入来源、实现商业模式的扩展。	

研究领域

研究领域生产力的五个发展阶段

<table>
<tr><th colspan="3">研究领域</th></tr>
<tr><td>第一阶段：
任务</td><td>研究活动采用人工记录的方式进行。电子表格可用于编制数据和呈现研究结果。</td><td></td></tr>
<tr><td>第二阶段：
功能</td><td>数据收集更加复杂，但数据的数字化能减少错误，加快数据处理的速度。数字化收集数据能提高结果的准确性，并能收集到额外参数。这将增加将客户或市场的反馈融入商业创新的潜力，从而使创新能获得更好的商业成果。</td><td></td></tr>
<tr><td>第三阶段：
系统</td><td>在创新过程中加入数据分析，可以提高处理和获取结果的速度、为后续操作打好基础。能够访问和处理更多数据有助于提高研究效率，同时还能促进创新，助力国家和企业取得更多战略成果和比较 / 竞争优势。</td><td rowspan="2">德国以创新和工程能力而闻名。

不来梅计算材料科学中心已利用数据实现材料发明过程的工业化。研究人员制造出数百万种材料化合物，并进行无数次的测试，测试结果也被采集为数据。在每个材料测试阶段，测试结果都会被分类记录，形成由结构化和非结构化数据组成的大型数据集。然后，研究人员将对这些数据进行检索和比较，并将其记录存档，从而加快新材料的开发和规模化发展。</td></tr>
<tr><td>第四阶段：
组织</td><td>云化和自动化正大幅提升创新的速度和规模。使用物联网（传感器和远程数据）作为数据源，可以提高研究数据的精度和规模。除了实现数据分析的自动化，生成式 AI 能力也将应用于模型开发，实现研究参数的动态优化。这种生成式的模式开发能力为企业创造无限商机，这种能力不仅能辅助产线质检，还能为农民分析天气变化规律，支持新业务模式的开发。</td></tr>
<tr><td>第五阶段：
生态系统</td><td>国内外生态系统的协作将催生创新和开发网络，将新兴技术与创新过程相结合，探索信息技术、新产品开发、材料科学等领域的新方向。通过数字孪生进行 AI/ 机器学习驱动的生成式设计，能实现物理产品、流程和生态数字孪生的自我模拟和自我创新，促成产品服务化的商业成果。</td><td></td></tr>
</table>

建议

建议

针对生产力五个发展阶段的建议

第一阶段：任务	聚焦并利用 3G 使能的基础设施，支撑国家公共卫生、基础教育、交通和物流行业的发展。聚焦农业、采矿和运输等关键行业的关键流程，利用简单、有韧性的技术收集和维护其运行数据。建设共享平台，共享本地有用信息。寻找机遇，基于数据评估有助于提高产量、生产力和质量的关键指标和 KPI，并探索如何在移动端利用云在移动端共享数据、积累知识。
第二阶段：功能	优先对高等教育和操作技能要素进行投资。在对经济、产出、投入、交易和质量至关重要的稳健运营流程中收集相关数据。在云端或本地使用简单的数据库技术和数据分析方法，从基本用例中发现持续改进的机会。营造对数据和分析友好的氛围，实现科学化决策。建立国家最佳实践和标准数据库。用良好的治理实践来推动质量标准实施。识别联接需求，实现全国范围的协作，促进数据驱动的运营优化。寻找能利用物联网提高速度和准确性的领域。
第三阶段：系统	注重分析和处理技能，促进决策辅助、自动化和可视化。启动政府及大企业的自动化、高级分析和 AI 中心建设。鼓励在云平台中应用数据分析，从数据分析、人工智能、实体和数字自动化等行业案例中借鉴全球最佳实践的经验。推动硬件和软件机器人、物联网和 4G 的落地与生态系统的整合。逐步向 5G 技术迁移。
第四阶段：组织	鼓励高校、企业、政府发展科研能力，深化公私合作，加速创新。启动 AI 的规模化落地，完善各行业关键用例。通过数据分析进行预测，利用自动化实现优化，以取代监控和异常检查。对成果和经验进行宣传。向 5G 迁移，增加跨数字生态系统的数据流动，支持新的数据分析和 AI 开发，实现企业之外要素的可视、协调、集成和控制。建立国家级品牌，为第四阶段市场提供服务。
第五阶段：生态系统	通过透明的数据治理促进政府和行业的融合，并确定国际领军企业，在精心设计的生态系统中与各国领导人就国家能力展开合作。确定从终端到消费者的关键信息流，使生态系统中的各方都能查看和分享信息，从而获取和贡献价值。通过这些信息管道，AI、5G、机器人等技术能够使能和支持价值创造，加速创新，提升生产力，提高透明度。

附录

方法论

GCI 是 ICT 技术评估框架，可以衡量、分析、评估和预测多种智能联接趋势，以及联接对国家数字经济转型的影响和价值。今年的 GCI 研究覆盖 79 个国家。我们通过 40 个指标评估了 ICT 对各国经济、数字竞争力和未来发展的影响。这 79 个国家的 GDP 占全球 GDP 总量的 95%。

研究框架

GCI 评估提供了全面、深入的数字化转型分析结果。数字化转型超越了基本的联接层面，延伸到更先进的技术层面。

我们每年都会对 GCI 方法论进行相应的调整，从而更好地洞察技术的发展趋势、评估 ICT 投资与经济增长之间的相关性。2019 年，我们再次对方法论进行扩展，目的是为了突出智能联接对数字经济发展的促进作用。我们将智能联接的五大使能技术合并成了四大使能技术：宽带、云计算、物联网和人工智能。另外两处显著变化是，我们合并了数据中心和云计算这两大类指标，还将大数据与新设立的人工智能指标也进行了合并。详细信息请参见下图。

这些先进技术建立在一系列基础技术之上，包括电信基础设施、电子商务，以及计算机、智能手机和互联网普及率。这些基础技术在过去二十年中一直是数字经济发展的关键决定性因素。除了评估与这些基础技术相关的指标，GCI 还引入了 ICT 专利数、研发投入和各项技术的年均复合增长率预测等前瞻性指标。也就是说，GCI 研究框架从基础和先进技术两个方面，分析过去和现在，展望未来。

四大要素

四大使能技术	供给 衡量数字经济中ICT产品和服务的现有供给水平	需求 衡量数字经济产业的使用现状及应用水平	体验 衡量个人和企业的用户体验和满意度	潜力 衡量ICT对数字经济的潜在推动力
基础	ICT投资 电信投资 ICT相关法律法规 国际出口带宽 安全软件投资	应用下载量 智能手机渗透率 电子商务交易量 计算机家庭渗透率 安全互联网服务器数量	电子政务 电信客户满意度 互联网参与度 宽带下载速率 网络安全意识	研发投入 ICT专利数 IT从业人员数量 软件开发者数量 ICT对新商业模式的影响
宽带	光纤到户 4G&5G联接数	固定宽带用户数量 移动宽带用户数量	固定宽带可支付性 移动宽带可支付性	宽带潜力 移动潜力
云计算	云服务投资	云化率	云服务体验	云服务潜力
物联网	物联网投资	物联网设备总量	物联网分析	物联网潜力
人工智能	人工智能投资	人工智能需求	数据生成量	人工智能潜力

四大使能技术：宽带、云计算、物联网和人工智能

GCI 对四大使能技术进行横向对比分析。这四大使能技术包括宽宽带、云计算、物联网和人工智能，是衡量数字经济的相对优势、劣势、机遇和挑战的重要标杆。此外，GCI 还针对各项技术进行纵向分析，包括供给、需求、体验和潜力四个维度。

GCI 从纵向和横向两个方面，详细分析各个国家的相对优势和劣势，明确哪些领域需要加大投资以提升整体联接水平，改善经济效益。此外，该框架还有利于详细分析各项使能技术（如物联网），在供给、需求、体验、潜力四大关键领域的相关性，进一步理解各国的增长和成功发展路线，以及为何某些领域“跨越式”的技术应用比其他领域更有成效。

总之，GCI 是一套全面、丰富、完整的指标体系，为组织和个人提供了分析蓝图，全面分析数字化转型、ICT 发展和联接的经济效益等相关要素。GCI 得分的整体排名体现了全球数字经济联接的现状，也为今后十年 ICT 的发展和演进提供建议。

ICT 基础要素

各国要通过四大使能技术推动数字经济转型，必须制定完善的 ICT 基础度量框架。关键度量指标包括 ICT 相关法律法规、应用下载量、客户满意度、ICT 专利数和 IT 从业人员数量。各国可基于四大使能技术，充分利用现有的 ICT 基础要素，有效推动数字化转型，通过自我强化机制，不断建设和加强 ICT 基础技术能力。

ICT 基础要素指标

ICT 相关的法律法规：确保各方依法使用四大使能技术，满足隐私、保密和安全等要求。企业和消费者能运用法律手段保护数字 IP、数字资产、身份信息和隐私，防止滥用或侵权。ICT 法律法规有助于公私组织在规范、安全的环境中携手合作，共同投资，向大众市场提供 ICT 产品和服务。

应用下载量：技术必须通过应用发挥作用。应用通过宽带网络实现，存储于数据中心，并以云服务的形式提供给大众市场。应用提供大量数据，可通过大数据分析将数据处理生成信息，并通过物联网设备发挥作用。因此，应用是刺激 ICT 需求的关键手段，有助于推动数字经济转型。

客户满意度：评估客户对服务的满意程度，确保 ICT 服务满足企业和消费者的预期和需求。客户服务满意度越高，说明客户体验越好，有助于推动服务普及，吸引更多投资。一个国家即便大力投资云解决方案，倘若网络性能差、可靠性低，也会影响最终用户的体验，无法产生经济效益。

ICT 专利数：通过 ICT 专利，各国能实现强劲增长，发挥巨大潜力，为开发创新产品和解决方案奠定基础。

IT 从业人员数量：一批素质过硬、掌握技术知识的 IT 从业人员能根据实际情况，通过创新推动数字化转型。一个国家如果缺乏高技能 IT 从业人员，将极大地阻碍该国未来的转型进程。因此，各国应培养高素质劳动力，充分利用联接带来经济效益。

其他基础指标包括电信投资、国际出口带宽、电子商务交易量、智能手机渗透率、计算机家庭渗透率、电子政务、互联网参与度、宽带下载速率、研发投入和软件开发者数量等。

度量和标准化

这些指标根据 GDP（购买力平价）、家庭数量、总人口等要素，全面评估各国的联接程度，如应用下载量、光纤到户率等。研究发现，与发达国家相比，新兴市场在 ICT 应用方面仍处于初级阶段，因此联接程度较低。新兴市场可通过加速 ICT 投资和拉动应用需求来消除数字鸿沟，并在今后十年甚至更长时间内实现经济效益增长的潜力。

对每个国家的各项数据输入进行标准化换算（如人口总数），用于评估各国的相对联接水平，而非绝对市场规模（市场规模更多地反映一个国家的经济规模）。

各指标得分和总分

各国指标得分采用 10 分制（1 分最低，10 分最高），将各指标实际分值与 2025 年的目标值进行对比。如果实际值等于目标值，则得 10 分。目标值根据 GCI 得分最高国家的市场渗透率预测、历史市场表现以及同领域专家调研推断而来。根据目标值的实现情况，将原始数据进行标准化换算，得出各国各指标的分数。通常，如果实际值不到目标值的 10%，则指标得分为 1 分；如果实际值在目标值的 11% 到 20% 之间，则指标得分为 2 分，以此类推。

分值 (% 目标值)	GCI 得分
1-10 %	1
11-20 %	2
21-30 %	3
31-40 %	4
41-50 %	5
51-60 %	6
61-70 %	7
71-80 %	8
81-90%	9
91-100%	10

如果平均值远低于中位数，应适当加入较大的分值，调整计算公式，避免出现太多 GCI 低分国家或 GCI 得分相同的国家。例如，统计光纤到户时，调整了计算公式，如果实际值为目标值的 1% -5%，指标得分为 1；如果实际值为目标值的 6% -10%，指标得分为 2。这说明平均光纤到户远低于中位值。

然后将各项指标分数汇总，得出 GCI 各维度（供给、需求、体验、潜力）的得分，一般为 10-100 分。（10 分是最低分；如果每个维度有 10 个指标，意味着每个指标只得了 1 分）

将四个维度的分数相加，得出 GCI 总分：

GCI 总分 =（供给 + 需求 + 体验 + 潜力）/4

数据分类定义和来源详见《2019 全球联接指数 40 个指标定义》

数据来源

GCI 参考业界权威数据，包括经济合作与发展组织（OECD）、国际电信联盟（ITU）、GSMA、世界经济论坛（WEF）、世界银行（World Bank）、联合国、Ookla、IDC、华为等。

白皮书图表数据，由于做了舍入调整，显示结果跟实际计算结果可能存在微小的差别。GCI 2019 报告中采用的历史数据与去年略有不同，由于其他公开报告的历史数据的更新而导致改变。

GCI 定义

供给

国际出口带宽

指国际互联网总带宽，以兆字节每秒（Mbit/s）为单位。已使用的国际互联网带宽是指用于承载互联网流量的国际光纤网络和无线链路的平均流量负载。该平均值是基于基准年的 12 个月的数据计算的，并考虑了所有国际互联网链路的流量。每个互联网用户的带宽计算方法为：将单位转换为 bit/s，并除以互联网用户总数。该结果用于计算指标得分。

计算口径：每互联网用户

电信投资

指电信运营商过去五年在现代网络基础设施上的总投资。该指标重点关注运营商在交付云、移动和高速数据服务所需的关键运营商网络技术上的投资，例如运营商在路由器、交换机和无线基础设施（包括 3G、4G 和 5G）上的投资。计算最近五年的总投资是为了在体现运营商投资周期和经济不确定性的基础上，更全面地评估电信运营商的基础设施部署情况。

计算口径：占 GDP 的比重

ICT 相关法律法规

由世界经济论坛发布的调研，评估国家 ICT 使用相关的法律法规完善程度，其中涉及维度包括电子商务、数字签名、消费者权益保护等。

计算口径：无

物联网投资

指与物联网解决方案和部署相关的投资，包括物联网系统、传感器、模块、基础设施、网络、专用设备、安全性、软件、联接服务、IT 和安装服务、内容服务、运营技术和长期服务（包括消费者服务）。

计算口径：人均

ICT 投资

指各国传统 ICT 市场的总规模，即用户在 IT 硬件（例如服务器、存储设备、个人电脑、终端、外设、网络设备）、软件、IT 服务和电信服务上的投资总额。将该数值除以 GDP 总额，用于衡量 ICT 在整体经济中的比重，从而评估市场的供给能力。

计算口径：占 GDP 的比重

4G 和 5G 联接

指使用 5G 网络实现移动设备连接的比例（占 20%）和使用 4G 网络实现移动设备连接的比例（占 80%）的加权得分。该指标不是衡量 4G 和 5G 网络在地理上的土地覆盖面积，而是对实际向多少个人和组织提供 4G 和 5G 服务的更准确的评估。如果用户使用 4G 手机但没有订阅 4G 服务，则不在此统计范围内。对于使用 5G 手机但没有订阅 5G 服务的用户，如果他们使用的是 4G 网络，则视为 4G 用户，如果没有使用 4G 网络，则不计入 4G 用户范围内。

计算口径：80% 为 4G 连接，20% 为 5G 连接

光纤到户

指光纤到户（FTTH）用户数在各国家庭总数的占比。该指标定义为通过光纤网络最终连接到用户住宅的通信架构，光纤通信路径通常在入户点终止。

计算口径：占家庭总数的比重

安全软件投资

指所有最终用户群体（私营和公共部门）在与 ICT 资源和数据的安全性相关的软件上的投资，这类安全软件可以部署在数据中心、网络和设备上。

计算口径：人均

人工智能投资

指私营和公共机构用于部署人工智能解决方案的投资总额，包括与人工智能相关的硬件系统、软件平台和专业服务的投资。

计算口径：占 GDP 的比重

云服务投资
指云基础设施服务（IaaS）投资总额，主要用于在云服务环境中提供服务器（计算）和存储基础设施资源。该指标可以直接衡量向最终用户提供公有云基础设施部署服务的能力。

计算口径：占 GDP 的比重

需求

固定宽带用户数
指通过网线（包括通信卫星）访问固定宽带的互联网用户总数。

计算口径：人均

移动宽带用户数
移动宽带用户总数，用来衡量高速移动数据服务的需求。

计算口径：人均

智能手机渗透率
指使用智能手机的用户数占移动用户总数的比例。智能手机用户数是指已启用智能手机的用户，不包括在售或者在途状态下的智能手机。

计算口径：占总连接数的比重

应用下载量
指一年内在主流移动平台（Android 和 iOS 系统）被下载的应用总数。这里统计的数据不包含手机预装的应用数量。

计算口径：人均

电子商务交易量
在线交易是通过互联网下单或接受订单，构成因购买商品或服务而发生资金转移的流程。该指标统计在线交易的总量，包括 B2B 和 B2C（批量购买也计算在内）。

计算口径：人均

云化率
指将传统的许可授权模式转化为“一切皆服务”（XaaS）的云端部署模式的软件投资比例，用于评估与 ICT 总支出相关的高级公有云服务需求。

计算口径：占软件年度总投资的比重

人工智能需求
一个国家在第三方 AI 软件上的支出和投资比例。

计算口径：在年度软件总投资中的占比（%）

物联网设备总量
物联网设备与系统总保有量，其中包含智能系统。

计算口径：人均

安全互联网服务器数量
每百万人持有的安全互联网服务器数量指的是 Netcraft 公司发布的安全服务器调研中所指的单个公共 TLS/SSL 证书数。

计算口径：人均

计算机家庭渗透率
指家庭拥有计算机的比例，包括台式计算机、笔记本电脑、平板电脑，不包括智能手机。

计算口径：占总家庭数量的比重

体验

固定宽带可支付性
指最低为 5GB 流量的固定宽带基础套餐月租费。对于每月将流量限制在 5GB 以下的套餐，额外产生的流量费用将计入到“总包”中。宽带连接的最低速率为 256 Kbit/s。这一指标衡量的是每月固定宽带费用占该国人均国民收入（GNI）的比重。

计算口径：GNI 占比

移动宽带可支付性
指订购不同服务套餐、针对不同设备类型的预缴或后付流量服务月租费。2017 年以前，该指标计算的是通过电脑端订阅的相当于一个 USB 设备（加密狗）1GB 数据的流量价格，2018 年以后，它计算的是相当于 1.5GB 数据的流量价格（设备不限）。这一指标衡量的是每月移动宽带费用占该国人均 GNI 的比重。

计算口径：GNI 占比

宽带下载速率
各国宽带平均下载速度。该指标通过数十亿次互联网和移动网络用户测试，提供全球互联网访问速度信息。

计算口径：无

网络安全意识
《全球网络安全指数》是一个权威指标，衡量了各国在全球范围内的网络安全承诺。由于网络安全的应用领域十分广泛，涉及各行各业，因此，该指数从法律措施、技术措施、组织措施、能力建设、合作这五大维度对各国网络安全发展和参与程度进行了衡量，然后求和得出一个总分。调研主要在线上开展，除了分数，还采集了相关论据。在专家的指导下，对调研数据进行加权统计后得出最终分数。

计算口径：无

电信客户满意度
根据各国开展的调研统计分析，衡量电信运营商提供的服务水平。

计算口径：无

互联网参与度
指过去一年内，通过有线和 / 或移动网络接入互联网的总人口数。

计算口径：人均

电子政务
该指标直接取自联合国电子政务调查，以评估联合国各成员国的电子政务发展情况。

计算口径：无

物联网分析
用于物联网数据分析的软件投资。这些软件工具从海量数据中提炼价值信息，转换成可执行的反馈，从而一步改善物联网体验。

计算口径：人均

数据生成量
指的是预期可获取的丰富的可执行数据（单位：TB）。此类数据可供人工智能平台及分析工具使用，以提升用户体验并帮助人工智能解决方案公司提升投资回报率。为提升这一技术的体验，还需考虑生成的数据的可扩展性。

计算口径：人均数据生成量，单位：TB

云服务体验
一个国家云服务供应商的 IT 总支出占比。

计算口径：IT 支出占比

潜力

ICT 专利数
发明人所在国 ICT 领域的专利总数，由经济合作和发展组织（简称经合组织）进行测量和追踪（stats.oecd. org）。

计算口径：人均

IT 从业人员数量
各国 IT 供应和管理行业总就业人数，包括 IT 行业（硬件厂商、软件供应商、服务提供商和渠道商）的直接雇员，以及对技术解决方案进行管理、部署、支持和执行的企业 IT 部门员工。

计算口径：人均

研发投入
研发投入是经常性支出，也是资本支出，用于系统地开展创新工作，丰富人文、文化、社会知识，并将知识应用到新的应用中。研发包括基础研究、应用研究及实验开发。

计算口径：占 GDP 的比重

软件开发者数量
各国从事软件开发的人员数，具体指专门从事软件开发的人员，其主要工作是生产或管理软件。

计算口径：人均

ICT 市场潜力
该指标依据调研数据，反映一个国家采用云、人工智能、物联网和宽带解决方案之后，可能取得的市场发展潜力和经济效益。通过年均复合增长率（CAGR），对未来五年（到 2022 年）的发展潜力进行了评估。CAGR 的计算基于当前市场的一些假设，如技术发展、渗透率、宏观经济增长以及各国投资这些 ICT 领域的客户的能力。

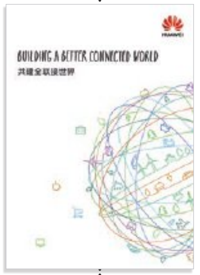
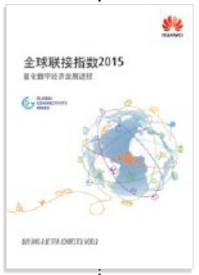
计算口径：无

ICT 对新商业模式的影响
该指标主要基于世界经济论坛有关 ICT 能在多大程度上使能新商业模式的一份调研报告。

计算口径：无

全球联接指数发展：聚焦量化数字经济进程

联接（2014–2018） → 智能联接（2018–2020）

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	全联接世界的新经济坐标	量化数字经济发展进程	量化数字经济进程	释放联接之力	驶入智能联接新赛道	全球合作点亮智能联接	智能联接共塑新常态
							
技术影响	宽带是国家数字化发展的核心与基础	五大技术驱动经济转型	每个国家都在乘势追赶，攀爬 ICT 技术的阶梯	云计算的投资与应用为国家的数字化转型创造跳跃式发展的可能	人工智能成为数字经济发展成功的关键技术因素	云计算和物联网是人工智能赖以发展的基础技术。	加速先进生产要素的开发，助力经济复苏与竞争力的提升
经济影响	GCI 分值提升一分，将带来 GDP 提升 1.4%-1.9%	20% 的 ICT 投资提升 1% 的 GDP 增长	GCI 得分每提升 1 分，国家竞争力提高 2.1%，国家创新力提高 2.2%，国家生产力提高 2.3%	全球数字化发展水平在不断提升，处于不同数字经济发展进程的国家，其发展的不均衡持续扩大，“马太效应”显现	人工智能升级智能联接，开启经济增长新周期	打造协作式生态，释放智能联接价值	起步者国家在积极追赶，缩小鸿沟；维持 IT 支出是领跑者国家的共识
社会影响						技术致善：智能联接助力改善或解决全球性的社会问题。	智能联接助力抗击疫情
行业影响							行业数字化转型的五个阶段：任务效率、功能效率、系统效率、组织效率与敏捷、生态系统效率与韧性。